

FACULTAD DE CIENCIAS
GRADO EN CIENCIAS DEL MAR
TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO 2018-2019

TÍTULO:

**ANÁLISIS Y PELIGROSIDAD DE EVENTOS MARINOS EXTREMOS
EN LAS COSTAS MEDITERRÁNEAS**

AUTOR:

MARÍA PAZ GALLEGU ARROYO

Agradecimientos:

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutor Sergio Molina por haberme guiado a lo largo de todo el trabajo, además de haberme ayudado con todos los problemas que han ido surgiendo y de enseñarme todo lo necesario para poder llevarlo a cabo.

A todo el profesorado de Ciencias del Mar, por haberme aportado todos los conocimientos necesarios y haberme formado como científica marina.

A todos mis amigos, compañeros de residencia y de clase, por haberme ayudado, confiado en mi y animarme hasta el final. Por todas las fiestas que llevamos, y las que nos quedan.

A mi familia, por aguantarme, haberme apoyado en todo momento y por darme esta oportunidad. Y papá, muchísimo ánimo con todo, que te vas a recuperar en nada. Os quiero un montón ♥

Abstract:

Climate change is causing an increase in the progressive sea level in all the coasts of the planet, which implies that changes occur in the frequency and intensity of extreme marine events.

In this work, an study of the waves has been carried out, pointing out the possible coastal threats that would be generated. For this, four study areas have been selected (Cabo de Palos, Campello, Ibiza and Valencia) from which the data was extracted from a time series that began in 1979 and ended in 2009. Therefore, a characterization of the parameters that determine the conformation of the wave, such as the significant height of the waves, the period or the direction of the wind, has been carried out, and how these factors act independently or jointly, all from information extracted from data bases the scientific agency of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). In addition, the maximum annual values of the height of the waves and the monthly maximums have been analyzed according to each station for each region, performing a hazard analysis of the height of the swell from the statistical probability distribution of Gumbel, and Subsequently, a forecast was carried out for different return periods, taking into account a future of up to 500 years for the extreme marine events of each zone.

The results obtained have been that for a longer period of return, the probabilities of obtaining a maximum annual or seasonal maximum height of the wave increase, obtaining higher values in Ibiza, followed by Cabo de Palos, Valencia and Campello. In addition, in winter the highest values of maximum height are usually manifested, and in summer, the most reduced, although occasionally the autumn heights are close to those of winter. Also, the maximum annual wave heights usually appear in winter or fall.

Keywords: Extreme marine events, Significant height of the waves, Return period, Annual maximum, Coastal threats.

Resumen:

El cambio climático está ocasionando un aumento del nivel del mar progresivo en todas las costas del planeta, lo que implica que se produzcan cambios en la frecuencia y la intensidad de los eventos marinos extremos.

En este trabajo se ha llevado a cabo un estudio profundizado del oleaje señalando cuales serían las posibles amenazas costeras que se generarían. Para ello, se han seleccionado cuatro zonas de estudio (Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia) de las cuales se extrajeron los datos de una serie temporal que comenzó 1979 y finalizó en 2009. Así pues, se ha realizado una caracterización de los parámetros que determinan la conformación del oleaje, como pueden ser la altura significativa de las olas, periodo o la dirección del viento, y se examinó como actúan estos factores de manera independiente o conjunta, todo ello a partir de información extraída de bases de datos de la agencia científica de Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). Además, se han analizado los valores máximos anuales de la altura de las olas y los máximos mensuales en función de cada estación para cada región, realizando un análisis de peligrosidad de la altura del oleaje a partir de la distribución estadística de probabilidad de Gumbel, y posteriormente se llevó a cabo un pronóstico para diferentes periodos de retorno teniendo en cuenta un futuro de hasta 500 años para los eventos marinos extremos de cada zona.

Los resultados obtenidos han sido que para un periodo de retorno más lejano, las probabilidades de obtener una altura máxima anual o estacional superior de la ola aumentan, obteniendo valores más elevados en Ibiza, seguidos de Cabo de Palos, Valencia y Campello. Además, en invierno se suelen manifestar los valores de alturas máximas más elevados, y en verano, los más reducidos, aunque ocasionalmente las alturas de otoño sean próximas a las de invierno. Asimismo, las alturas máximas anuales del oleaje suelen aparecer en invierno o en otoño.

Palabras clave: Eventos marinos extremos, Altura significativa de las olas, Periodo de retorno, máximos anuales, amenazas costeras.

ÍNDICE DEL TRABAJO:

Agradecimientos	3
Abstract	4
Resumen	5
1.- INTRODUCCIÓN	9
1.1.- Descripción y justificación	9
1.2.- Amenazas costeras, causas y consecuencias	9
1.3.- Protección de las costas	10
1.4.- Antecedentes	11
1.5.- Objetivos	11
2.- MATERIAL Y MÉTODOS	12
2.1.- Área de estudio	12
2.2.- Extracción de datos	12
2.3.- Representación de datos y análisis estadístico	14
2.4.- Cronograma	17
3.- RESULTADOS	18
3.1.- Análisis previo	18
3.2.- Máximos mensuales	23
3.3.- Máximos anuales	27
3.4.- Peligrosidad y previsión de la altura del oleaje	31
4.- DISCUSIÓN	35
5.- CONCLUSIONES	38
5.- CONCLUSIONS	39
6.- BIBLIOGRAFÍA	40
7.- ANEXOS	45
Anexo I: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Cabo de Palos	45
Anexo II: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Campello:	50
Anexo III: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Ibiza:	55
Anexo IV: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Valencia:	60
Anexo V: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Cabo de Palos:	65

Anexo VI: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Campello:	70
Anexo VII: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Ibiza:	75
Anexo VIII: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Valencia:	80
Anexo IX: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Cabo de Palos:	85
Anexo X: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Campello:	91
Anexo XI: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Ibiza:	97
Anexo XII: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Valencia:	103
Anexo XIII: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Cabo de Palos:	109
Anexo XIV: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Campello:	114
Anexo XV: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Ibiza:	119
Anexo XVI: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Valencia:	124
Anexo XVII: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Cabo de Palos:	129
Anexo XVIII: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Campello:	130
Anexo XIX: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Ibiza:	131
Anexo XX: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Valencia:	132
Anexo XXI: Boxplots de altura máxima mensual en base al mes en el que se desarrollan:	133
Anexo XXIII: Plots de los máximos anuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje:	134
Anexo XXIV: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Cabo de Palos:	135

Anexo XXV: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Campello:	136
Anexo XXVI: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Ibiza:	137
Anexo XXVII: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Valencia:	138
Anexo XXVIII: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base al mes en el que se desarrollan:	139
Anexo XXIX: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Cabo de Palos:	140
Anexo XXX: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Campello:	144
Anexo XXXI: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Ibiza:	148
Anexo XXXII: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Valencia:	152
Anexo XXXIII: Distribución de frecuencias de valores máximos de altura de oleaje:	156
Anexo XXXIV: Datos de máximos anuales para el análisis de Gumbel:	164
Anexo XXXIV: Peligrosidad y previsión de altura de oleaje:	166
Anexo XXXV: Scripts utilizados para la extracción de datos a partir de Matlab:	180

1.- Introducción:

1.1.- Descripción y justificación:

En el mar Mediterráneo y en todo el mundo se ha presentado un aumento creciente continuo del nivel del mar, sobre todo desde el comienzo de los noventa. Sin embargo, en las dos décadas previas, debido al aumento de la presión atmosférica que sufría la región a estudiar, no se notaron cambios significantes (Salat, J., *et al.*, 2018).

Globalmente, el aumento ha sido destacable, ya que desde comienzos del siglo XX, el mar ha aumentado 20 cm. de nivel medio en las costas (Church, J. A., & White, N. J., 2006; Church, J. A., *et al.*, 2013 en Fraile Jurado, P., *et al.*, 2018).

La probabilidad de que las costas sean inundadas se ha multiplicado en función del paso del tiempo debido a causas como la depresión del terreno y por factores sociales actuando de manera conjunta con la economía (Muis S., *et al.*, 2016). En diferentes zonas litorales de todo el planeta se muestra un ascenso en los últimos años, siendo superior este aumento en presencia de eventos extremos (Wang *et al.*, 2009; Young *et al.*, 2011, 2012 en Mentaschi, L., *et al.*, 2017).

En el mar, al haber un continuo transporte energético debido a las fuerzas que se generan y se restauran (Berenguer, F. J. O., 2004), ocasionalmente aparecen eventos marinos extremos acompañados de inundaciones, siendo los más comunes las mareas extraordinarias, tormentas, oleajes máximos e incluso, pueden llegar a producirse tsunamis (Lizano, M. A., & Lizano, O. G., 2010; Oliveira, M. A. S. G. C., 2017).

1.2.- Amenazas costeras, causas y consecuencias:

Las tormentas serían una de las principales razones por las que los niveles extremos pueden verse implicados en el litoral, debido a que no actúan de la misma manera en todas las zonas a causa de la interacción de la morfología costera y la batimetría de cada zona (Muis S., *et al.*, 2016). En el Mar Mediterráneo es posible identificar regiones litorales donde afectan procesos marinos extremos periódicamente. La localización de cada región le aportaría a cada área unas características específicas, condicionadas por la topografía marina (*Figura 1*) acompañada de forzamientos físicos (Cordova *et. al*, 2006).

Así pues, las olas son uno de los constituyentes principales que provocan los niveles extremos, dependiendo de su estructura y su progreso (Stockdon *et al.*, 2006, Vousdoukas, M. I., *et al.*, 2017) generando un desgaste y modelización de la costa de manera constante, y por consiguiente una deposición de los sedimentos erosionados que conformarían las costas en otras zonas desplazadas debido a la gran cantidad de energía que se transmite al litoral (Sallenger Jr, A. H., *et al*, 2012). Si bien tenemos en cuenta que el oleaje está formado por ondas (Berenguer, F. J. O., *et al.*, 2004), se debe considerar el periodo, la amplitud, la altura y otros parámetros como la energía

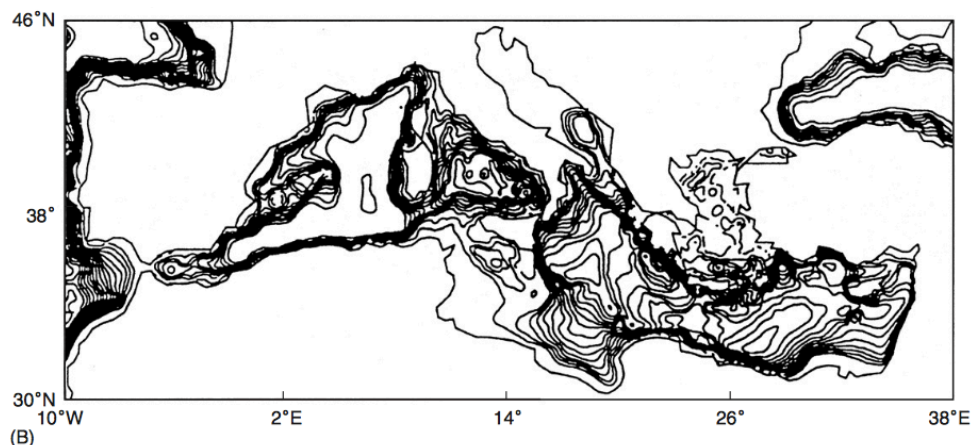


Figura 1: Morfología del Mar Mediterráneo: batimetría (tomada de Malanotte-Rizzoli, P., 2001).

para comprender la dinámica del oleaje (Díez, P. F., 2005). Las olas son formadas por el impulso que reciben del viento en la superficie marina, aunque a su misma vez pueden ser compensadas por la fuerza de la gravedad, ya que se busca contrarrestar la entropía generada en el mar (Schnack, E., *et al.*, 1997).

Otro componente esencial que afecta al nivel del mar sería la marejada ciclónica, que se manifiesta con un incremento de la altura del mar potenciada por el descenso de la presión atmosférica apoyado de vientos potentes en las zonas próximas de manera tangencial, formando las conocidas mareas meteorológicas que producen una elevación del mar (Muis S., *et al.*, 2016; Becemberg, R., 2019).

Asimismo, otra de las causas que potenciaría a los niveles extremos serían las mareas (Vousdoukas, M. I., *et al.*, 2017). Las mareas son generadas por la fuerza gravitacionales se ejercen sobre las masas de agua de La Tierra debido a la atracción que generan la luna y el sol (Elorz Forcadell, J., 2011)

Los eventos marinos extremos presentan una importancia ecológica debido a que se pueden predecir las comunidades del biotopo marino que habitarán en un habitat en base a la cantidad de veces que se manifiesten y a la magnitud (Wernberg, T., *et al.*, 2013).

1.3.- Protección de las costas:

Para reducir el eustatismo acompañado de la erosión de las costas se puede aprovechar la presencia de las barreras naturales, o bien se pueden tomar medidas mediante acciones humanas generando infraestructuras.

Dentro de las barreras naturales se incluyen las especies formadoras de habitats, que reducen el impacto de la energía que se le transmite a la costa, pudiendo ser estas mejillones o vegetación, e incluso, existen especies que captan y acumulan sedimento para aumentar el tamaño del ecosistema (Borsje, B. W., *et al.*, 2011).

Otro ejemplo serían formaciones geológicas de playas o islas barrera debido a la dinámica litoral marina (Titus, J. G., 1986).

De igual manera, otro sistema de protección serían las barreras costeras haciendo uso de rompeolas y espigones, otorgándole refugio a las costas, puesto que la energía de las olas descargaría en las infraestructuras (Ray, G. C., & Gregg, W. P., 1991; Hernández Valdés, K., & Córdova López, L. F., 2015). Además de estos, otros ejemplos que se podrían considerar serían paseos marítimos, muros, muelles, puertos, obras de industria salinera o estanques de cultivo de decápodos (RangelBuitrago, N., 2012).

1.4.- Antecedentes:

Actualmente, se relaciona la aparición de eventos extremos marinos con la actividad humana, debido a los gases de efecto invernadero producidos por las industrias. Estos gases cada vez son más frecuentes y provocan un aumento de la temperatura global constante desde aproximadamente 1950 (Shine, K. P., 2005; Marone, E., *et al.*, 2015). De esta manera, se relaciona la influencia del cambio climático terrestre con la presencia de estos eventos, puesto que al haber menor cantidad de hielo acumulado en los casquetes polares en forma de glaciares y haberse transformado en agua oceánica debido al calentamiento global, favorece a la subida progresiva del nivel del mar (Caballero, M., *et al.*, 2007), lo que generaría un aumento de la frecuencia de eventos extremos (Lastra, J.A.S, *et al.*, 2008). La actividad humana ha generado una reiteración de los eventos extremos, ya que se relaciona la aparición de éstos con la disminución de los periodos de temperaturas extremadamente frías y acompañados de una mayor frecuencia de las temperaturas altamente cálidas y precipitaciones, ocasionando un aumento del nivel del mar (Marone, E., *et al.*, 2015).

Con el fin de estudiar la evolución de los eventos marinos extremos y su estadística de retorno se va a llevar a cabo un análisis de peligrosidad de la altura del oleaje a partir de la distribución probabilística de Gumbel, ya que es una buena manera para predecir futuros extremos (Van den Brink, H. W., 2005).

1.5.- Objetivos:

- a) Obtener información de bases de datos que se han publicado recientemente con modelos numéricos de ondas de viento (wind-waves) generadas localmente o generadas remotamente (swell) y marejadas ciclónicas: periodo, dirección y altura de ondas cada hora; campo de velocidad del viento en la superficie; presión a nivel del mar, etc.
- b) Obtener la intensidad y frecuencia de los eventos extremos y obtener su periodo de retorno y su incertidumbre; explorar la estacionalidad de los eventos

extremos; determinar la probabilidad de ocurrencia de ambos tipos de eventos extremos simultáneamente

2.- Materiales y métodos.

2.1.- Área de estudio:

El Mar Mediterráneo es una cuenca cerrada intercontinental con conexión al Océano Atlántico mediante el Estrecho de Gibraltar, que con unas dimensiones de 13 kilómetros de ancho y 300 m de profundidad, es el único que permite la renovación de sus aguas. A su misma vez, este mar está dividido por el estrecho de Sicilia, que posee un tamaño de 35 km de ancho y 250 m de profundidad, dando lugar a la formación de dos cuencas de tamaño semejante: la cuenca oriental y a la occidental. Otros datos destacables serían que abarca un área de 2,5 millones de km², y posee una longitud de 3860 kilómetros y una anchura de 1.600 kilómetros (Malanotte-Rizzoli, P., 2001).

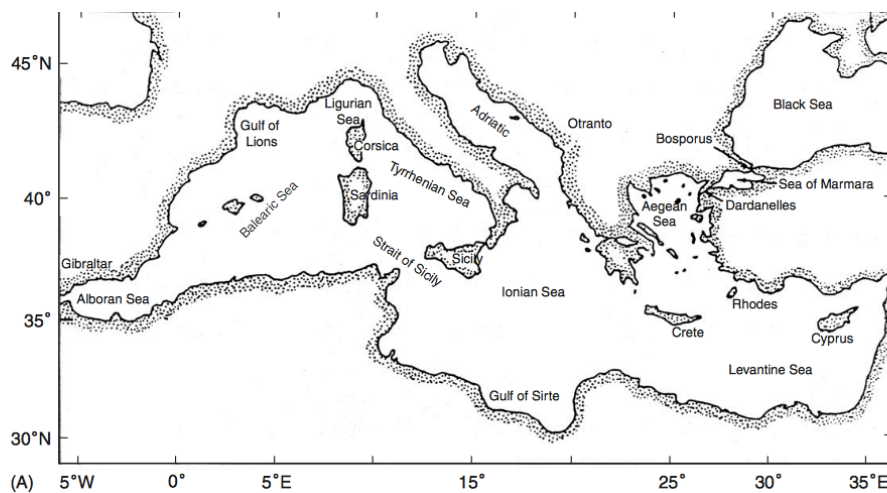


Figura 2: Morfología del Mar Mediterráneo: geografía de la cuenca (Malanotte-Rizzoli, P., 2001)

De esta manera, este trabajo se centrará en el estudio de los eventos marinos extremos de la zona próxima a Valencia, Alicante, Murcia e Ibiza.

2.2.- Extracción de datos:

Para llevar a cabo este estudio, lo que se hizo en primer lugar fue realizar una evaluación previa de las alturas de las olas (en metros) de todo el Mediterráneo y así poder tener una visión general. De igual manera, se hicieron modelizaciones de otros parámetros como pudieron ser el periodo medio de la onda primaria (en segundos), y

dirección de la onda primaria (grados verdaderos, siendo 0° viento procedente del Norte, y 90° viento procedente del este).

Para ello, se extrajo la información de las bases de datos de NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration - <https://www.noaa.gov>), que tuvieron que ser procesadas a través de un sistema de cómputo numérico como ha sido Matlab (<https://es.mathworks.com/products/matlab.html>), debido a su formato de procedencia. En el Anexo XXXV se indican todos los comandos y programas utilizados de Matlab para realizar el trabajo.

A partir de ahí, se obtienen datos de la localización de los puntos de la rejilla para ser comparados seguidamente con las boyas de la red de puertos del estado (<http://www.puertos.es/es-es>), siendo estas boyas las de Valencia, Cabo de Palos y la del Canal de Ibiza SOCIB, aunque también se añadió un punto más, para poder estudiar la zona de Campello (Alicante).

La malla utilizada tiene una resolución espacial de 0,166666°, y la toma de datos se obtiene en una resolución temporal de 3 horas.

Lo siguiente que se realizó fue buscar el punto más próximo de la malla teniendo en cuenta la localización de las boyas. Las coordenadas de las boyas y la zona de Campello en relación con los puntos de muestreo más cercanos de la rejilla se puede observar en la *Tabla 1*.

Boya	Latitud	Longitud	Latitud malla	Longitud malla
Cabo de Palos	37,65°	-0,33°	37,67°	-0,33°
Campello	38,42°	-0,35°	38,33°	-0,17°
Canal Ibiza SOCIB	38,82°	0,78°	38,83°	0,83°
Valencia	39,52°	0,21°	39,50°	0,17°

Tabla 1: Localización de las boyas y los puntos de estudio de la maya

De esta manera, se pueden apreciar en la *Figura 3* las estaciones de las boyas de Puertos del Estado en color amarillo, y la de Campello, y por otro lado, las boyas que correspondería con la malla de NOAA con una tonalidad rosada. La imagen tiene una escala de 1:10000000 (1 cm = 100 km) y está tomada a una altura de 426,88 km.

Una vez obtenida la localización, se pueden extraer los datos de los parámetros que se necesiten para hacer el posterior análisis estadístico. Así pues, se trasladaría toda la información a hojas excel para tener todos los datos organizados con su respectiva localización, hora, mes y año perteneciente de cada valor.

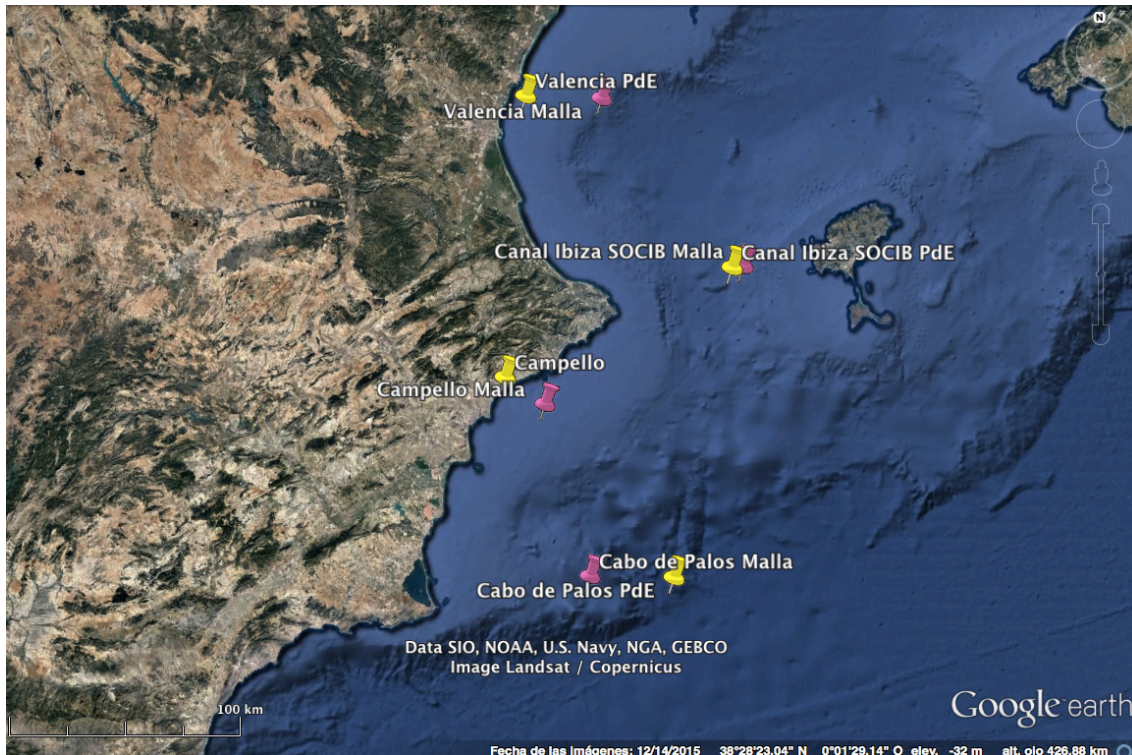


Figura 3: Estaciones de estudio del trabajo (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA y Puertos del Estado con Google Earth)

2.3.- Representación de datos y análisis estadístico:

Para poder representar los datos, se ha hecho una transformación de fecha gregoriana a fecha juliana, formato temporal que se utiliza para la representación gráfica.

De esta manera, se puede representar la evolución temporal de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en metros, el periodo medio de la onda primaria en segundos, máximos mensuales y máximos anuales. Para ello se realizarían diferentes plots para cada año, década y de todo el conjunto temporal de datos, excepto para los máximos anuales, que se omitirían las representaciones de evolución anual.

También se representan boxplots, por un lado de manera múltiple, donde se relaciona la altura con el periodo en función de la dirección de la onda primaria del viento para cada año, década y toda la evolución temporal conjunta, además de realizar el mismo procedimiento para los máximos mensuales y anuales, pero para estos no se lleva a cabo la representación anual. Así pues, los grados de la dirección de onda primaria se indican en la *Tabla 2*, al igual que el nombre que recibe cada viento.

Dirección	Grados	Nombre del viento
Norte	337,5°-360° y 0°-22,5°	Tramontana
Noreste	22,5°-67,5°	Gregario
Este	67,5°-112,5°	Levante
Sureste	112,5°-157,5°	Siroco
Sur	157,5°-202,5°	Mediodía
Suroeste	202,5°-247,5°	Lebeche
Oeste	247,5°-292,5°	Poniente
Noroeste	292,5°-337,5°	Mistral

Tabla 2: Dirección de la onda primaria relacionado con el nombre del viento y los grados.

Además, para ver la relación que tienen la altura y el periodo, se representan gráficamente un parámetro frente al otro, viendo que línea de tendencia tiene un coeficiente de determinación más elevado (R^2).

Por otro lado, se realizan diagramas de cajas simples, donde se representan los máximos de altura mensuales y anuales en función de cada mes.

Del mismo modo, se estudia la función de distribución de probabilidad y de manera acumulativa. Para cada estación, se realizarían ambos análisis utilizando los datos de máximos mensuales y anuales.

En última instancia, para estudiar la peligrosidad de la altura del oleaje se hace uso de la distribución estadística de probabilidad de Gumbel, todo esto gracias a una serie de ecuaciones extraídas del libro de Hidrología aplicada (Chow, V. T., *et al.*, 1994), donde además, se obtiene el formulario para poder calcular su periodo de retorno. Estos dos análisis se realizan para tener una previsión de futuro de hasta 500 años, por un lado de manera general gracias a los máximos anuales, y también por estaciones, para ver cuales serían las posibles alturas máximas dependiendo de la época del año.

En primer lugar, los valores extremos se determinan a partir de (1).

$$x_t = \alpha \cdot y_t + u \quad (1)$$

Así pues, lo siguiente que se puede calcular es el nivel de significación, α , obteniéndose a partir de (2). S_x sería la desviación estándar (3), mientras que el valor de S_n se obtiene mediante tablas, y depende de la cantidad de años que se vayan a tener en cuenta para el experimento. Estas tablas se ubican en el Anexo XXXIV: Datos de máximos anuales para el análisis de Gumbel.

$$\alpha = \frac{S_x}{S_n} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (3)$$

Teniendo esto, lo siguiente que se puede calcular es la moda (μ), calculándose a partir de (4). y_n es un valor dependiente de la cantidad de años con la que se trabaje, y se obtiene de las tablas previamente comentadas.

$$\mu = \bar{x} - y_n \cdot \alpha \quad (4)$$

Si bien, se sabe que y_t es lo que se indica en (5)

$$y_T = -\ln [-\ln (F_{x_T})] \quad (5)$$

se puede sustituir en (1) y se obtiene (6):

$$x_T = -\ln (-\ln (F (x_T))) * \alpha + \mu \quad (6)$$

donde $F (x_t)$ tendrá un valor u otro dependiendo de si se quiere calcular periodo de retorno o la distribución de Gumbel. Para el segundo caso se quedaría la ecuación tal cual, pero no llevaría t como se puede apreciar en (7).

$$x = -\ln (-\ln (F (x))) * \alpha + \mu \quad (7)$$

Si en primer lugar nos centramos en obtener la **distribución de Gumbel**, se debe comenzar ordenando todos los valores que se quieren estudiar siguiendo una disposición descendente, y seguidamente, asignarle un valor de orden con números enteros (el valor más alto tendrá el 1, el segundo el 2...).

Posteriormente se aplica la probabilidad de excesos, obteniendo el resultado a partir de dividir el número de orden que se le ha asignado previamente entre el número de la cantidad total de datos sumándole 1 previamente.

$$P > x = n^\circ \text{ de orden descendente} / (n^\circ \text{ total de datos} + 1) \quad (8)$$

Asimismo se puede sacar el $F (x)$, que sería la resta de la unidad menos la probabilidad de exceso (9).

$$F (x) = 1 - (P > x) \quad (9)$$

De esta manera, para determinar la peligrosidad se representaría en el eje de abscisas los resultados de la fórmula 7, y en el eje de ordenadas los resultados de (9). Además, si se quieren representar los valores obtenidos experimentalmente, se añade en el eje de ordenadas los valores colocados de manera descendente.

Para estudiar el periodo de retorno, se debe retomar (6), donde se sustituye $F (x_T)$ por (10), dando lugar a (11), que sería la ecuación completa.

$$F(x_T) = \frac{T-1}{T} \quad (10)$$

$$x_T = -\ln (-\ln ((T-1)/T)) * \alpha + \mu \quad (11)$$

Así pues, para graficar el periodo de retorno se representaría T en el eje de las abscisas, y en el eje de las ordenadas lo obtenido de x_T (11).

Todas las gráficas que se han utilizado se pueden ver en la *tabla 3*, donde el color rojo simboliza que han sido realizadas.

		Plot	Boxplot	Boxplot múltiple	Estadístico de Gumbel y periodo de retorno
Altura	Anual				
	Década				
	General				
Periodo	Anual				
	Década				
	General				
Altura + Periodo	Anual				
	Década				
	General				
Máximos mensuales	Anual				
	Década				
	General				
	Estaciones				
Máximos anuales	Década				
	General				

Tabla 3: Resumen de todas las gráficas realizadas en el trabajo.

2.4.- Cronograma:

	Diciembre				Enero				Febrero			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Documentación previa												
Definir la metodología del diseño experimental												
Buscar información en las bases de datos												
Redacción introducción												
Redacción material y métodos												

	Marzo				Abril				Mayo				Junio	
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S3	S4
Extracción de datos														
Realización de gráficos														

	Marzo				Abril				Mayo				Junio	
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S3	S4
Redacción Introducción														
Redacción material y métodos														
Redacción resultados														
Redacción discusión														
Entrega del TFG														
Realización presentación														
Defensa TFG														

Tabla 4: Cronograma del trabajo.

3.- Resultados.

3.1.- Análisis previo:

Al tener una gran cantidad de gráficas se han generado diferentes anexos dónde están adjuntadas todas las imágenes a las que se hará referencia a lo largo del trabajo.

En los *Anexos I, II, III y IV*,: *Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en las 4 estaciones*, se puede apreciar que la altura sigue una periodicidad más o menos constante, ya que aunque presente subidas y bajadas, sigue un patrón anual dónde los valores más elevados se suelen encontrar al principio y a final de cada año.

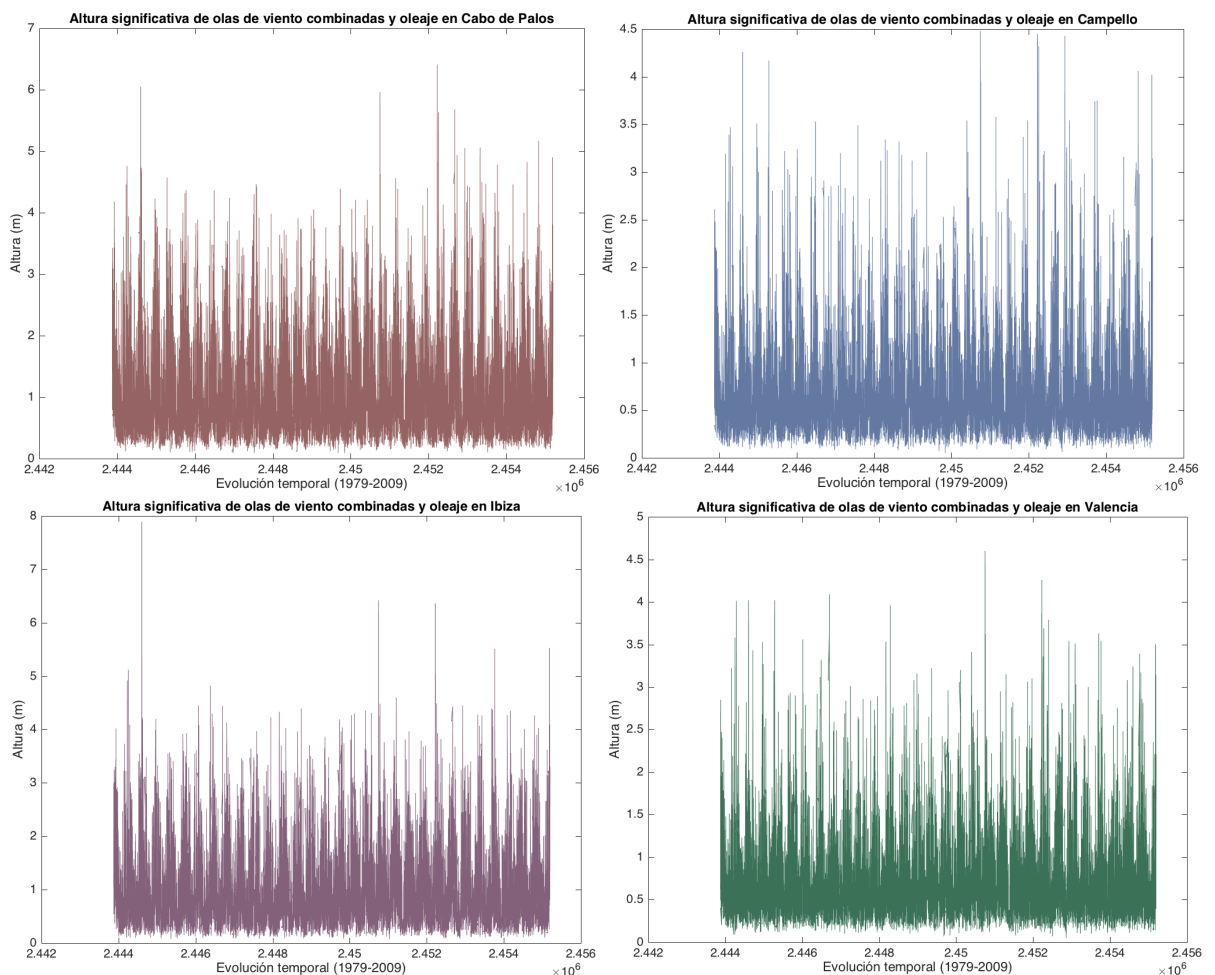
De igual manera, en cada estación los datos de las alturas tienen diferentes valores, ya que en **Cabo de Palos**, como se puede apreciar en la *figura 4*, las alturas oscilan entre 0 y 7 metros, teniendo una gran cantidad de datos que se encuentran entre 0 y 2 metros, pero presenciando bastantes máximos anuales que se encuentran entre 4 y 5 metros como se puede ver en la evolución anual en el *Anexo I*, aunque pueden haber valores más extremos hasta llegar a aproximadamente 6,5 metros, pertenecientes a los años 1980, 1997, 2001 y 2008.

Siguiendo el mismo análisis, en **Campello** los datos son inferiores, y como se puede observar en la *figura 5*, la altura oscila entre 0 y 4,5 metros, encontrándose la mayoría de los datos entre 0 y 1 metros. Anualmente, los datos suelen tener unos valores máximos que oscilan entre 3,5 y 4,5 metros como se puede apreciar en las gráficas del *Anexo II*.

Sin embargo, en **Ibiza**, se obtienen datos superiores, ya que la altura máxima es cercana a 8 metros. En la *figura 6* se puede observar que donde hay una mayor

concentración de datos sería en las alturas que irían desde 0 a 1,5 metros, y que los máximos anuales suelen estar entre 4 y 5 metros, como se puede ver en la representación anual en el *Anexo III*, aunque a finales de 1980 hay un máximo cercano a 8 metros. También hay más valores extremos, pero no llegan a tener tal elevación, puesto que se encuentran próximos a los 6 metros, como serían los correspondientes de los años 1997, 2001, 2006 y 2009.

Si bien se tiene en cuenta la estación de **Valencia**, se puede apreciar en la *figura 7* que los valores de la altura irían desde 0 hasta superar los 4,5 metros. Se ve una gran aglomeración de datos que se ubicarían entre 0 y 1 metro, y que las alturas anuales máximas como se puede comprobar en el *Anexo IV* serían de 3 a 4,5 metros, habiendo un máximo en 1997 superando los 4,5 metros, y representando otro punto próximo a este en 2001.

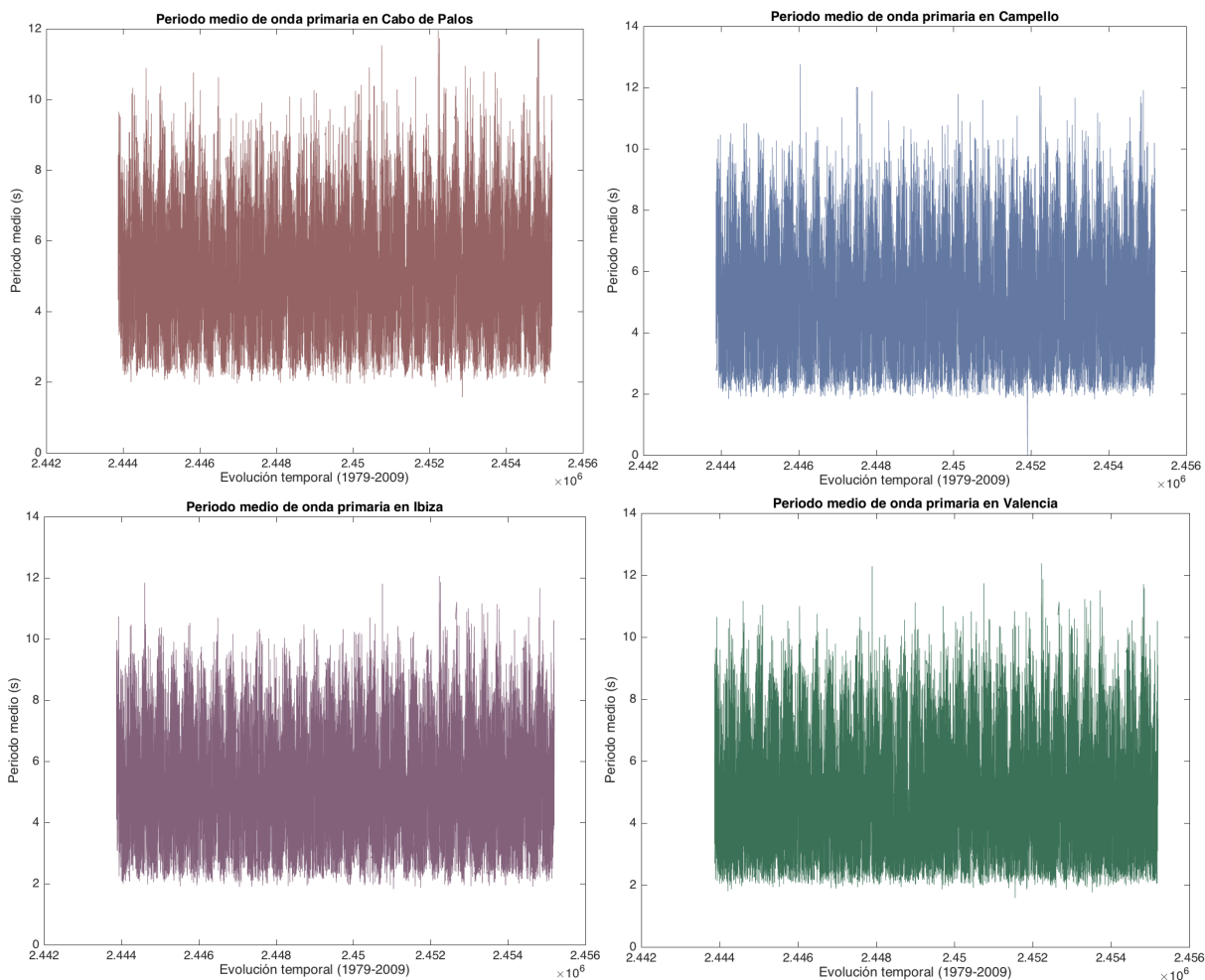


Figuras 4, 5, 6 y 7: Altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Matlab)

Por otro lado, también se estudian los periodos medios de onda primaria de las diferentes estaciones y su evolución temporal, donde al igual que en la altura, se puede percibir en los *Anexos V, VI, VII y VIII* que suele seguir la misma periodicidad con valores más elevados al principio y final de cada año, aunque no se ve tan marcada como en los casos anteriores.

De igual manera, se puede apreciar en la *figura 8* que en la estación de **Cabo de Palos** los valores oscilan entre 2 y 11 segundos, aunque se puede ver una zona central que tiene una alta densidad de concentración de periodos ubicados entre los 4 y los 6 segundos. En algunos casos como en 1979, 1997, 2001, 2008 y 2009 pueden tener máximos cercanos a 12 segundos, y mínimos próximos a un segundo en 2003. Esto se puede observar detalladamente en el *Anexo V*.

Para los otros 3 puntos de referencia, se puede ver tienen bastantes semejanzas, ya que todos presentan periodos medios con valores de 2 a 11 segundos con una pequeña cantidad de datos que pueden acercarse a los 13 segundos, y que poseen una gran abundancia entre 4 y 6 segundos.



Figuras 8, 9, 10 y 11: Periodo medio de onda primaria en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Matlab)

Asimismo, cada uno tiene particularidades, siendo por ejemplo el caso de **Campello**, ya que como se muestra en la *figura 9* y apoyada con el *Anexo VI*, en 1984 se obtiene un valor máximo superior a 13 segundos, aunque muestra muchos valores cercanos a 12 en 1987, 1988, 1989, 1990, 1996, 1997, 2001, 2004, 2008 y 2009. Sin embargo, a finales del 2000, se obtiene un valor que se aproxima a 0 segundos.

Si se tiene en cuenta la estación de **Ibiza**, se puede apreciar en la *figura 10* y *Anexo VII* que en 1980, 1997, 2001 y 2008 se obtienen valores máximos cercanos a 12 segundos.

En el caso de basarse en el periodo medio de onda primaria en **Valencia** (*figura 11* y *Anexo VIII*), hay que señalar que presenta valores extremos próximos a 12 segundos en 1980, 1990, 1997, 2001, 2004, 2008 y 2009.

Cabe destacar que los valores máximos del periodo se manifiestan a principios y finales de año, mientras que la mayoría de los valores mínimos observados serían para la época intermedia del año.

Si bien, ahora se estudia el periodo y la altura en base a la dirección del viento, se puede apreciar en la *figura 12* que en **Cabo de Palos**, los vientos que generan una mayor altura de manera general seguirían el siguiente orden: Noreste, Norte, Este, Suroeste, Sureste, Noroeste, Oeste y Sur. Teniendo en cuenta los outliers, el orden variaría, puesto que los vientos del Noreste son los más frecuentes, pero el que tiene un valor más elevado que se corresponde con 6,5 metros aproximadamente y se relaciona con el viento del Este. Siguiendo el orden de valores de los outliers, le seguirían el viento del Norte, Suroeste, Sureste, Sur, Noroeste y Oeste.

Teniendo en cuenta lo descrito en las figuras de las alturas, se puede apreciar en el *Anexo IX* que en los años que mayores eran las alturas (1980, 1997, 2001 y 2008) se corresponden con vientos del Noreste y Este.

Así pues, si nos centramos ahora en **Campello**, como se puede observar en la *figura 13*, la magnitud de los vientos que se manifiestan en esa zona con sus correspondientes outliers seguirían el siguiente orden descendente: Este, Noreste, Sur, Suroeste, Sureste, Oeste, Noroeste y Norte.

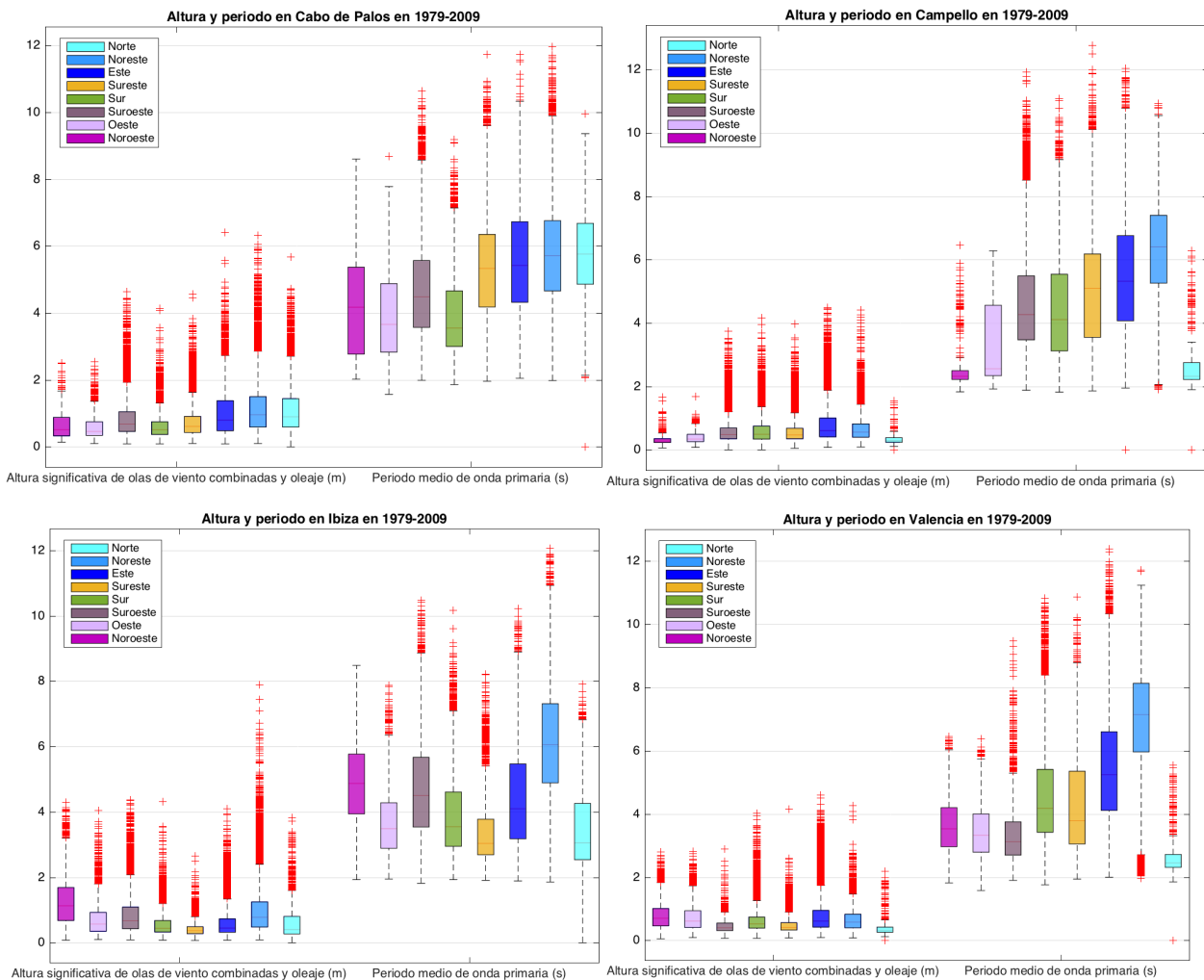
De esta manera, si se relaciona con lo observado en las *figuras 5* y *9*, altura y periodo respectivamente en Campello, se puede argumentar de manera respaldada con el *Anexo X*, que donde se han obtenido valores elevados de estos parámetros, se relacionan con los vientos de Noreste, Este, Sureste, Sur y Suroeste de manera aleatoria para cada año.

En el caso de **Ibiza**, como se puede ver en la *figura 14*, los vientos con valores más elevados serían los del Noreste, seguidos de vientos del Suroeste y Noroeste puesto que presenta un outlier, y a los que les seguirían los vientos del Sur, Oeste, Este, Norte y Sureste.

En relación a lo analizado previamente en la altura y periodo en Ibiza (*figuras 6 y 10*), se observa en la evolución anual descrita en el *Anexo XI* que donde hay valores elevados, se relacionan con los vientos del Noreste.

De esta forma, si se le presta atención a la *figura 15*, se puede examinar que en **Valencia** el orden de los vientos en función de la altura sería el siguiente: Este, Noroeste, Oeste, Norte, Sur, Sureste, Suroeste y Norte. Sin embargo, si se le presta atención a los outliers se obtiene la siguiente disposición: Este, Sur, Noreste, Noroeste, Oeste, Suroeste, Sureste y Norte. No obstante, hay outliers que contrastan mucho con el resto de datos en el Sureste y Noreste.

Por último, considerando lo observado en la altura y periodo de Valencia (*figuras 7 y 11*), los valores extremos se corresponden generalmente con vientos del Este, y en algún caso aislado con los del Sureste y del Sur.



Figuras 12, 13, 14 y 15: Periodo medio de onda primaria en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Matlab)

Lo siguiente que se analizó fue la relación de la altura con el periodo, dónde cabe destacar que a medida que aumenta la altura para cada viento, también aumentaría

el periodo para las cuatro estaciones de estudio. Asimismo, en los *Anexos XXIX, XXX, XXXI y XXXII: relación de la altura con el periodo medio de onda primaria*, se aprecia que esto es cierto, y debido a sus valores de R^2 suele seguir una relación exponencial como se puede observar en la *tabla 5*, aunque en Valencia, parece que sigue una tendencia potencial.

Tendencia	R ²			
	Lineal	Exponencial	Polinomial	Potencia
Cabo de Palos	0,6464	0,7007	0,6982	0,6741
Campello	0,4287	0,4639	0,4340	0,4287
Ibiza	0,4529	0,4708	0,4531	0,5134
Valencia	0,2833	0,3085	0,2897	0,3418

Tabla 5: Relación periodo frente altura en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA)

3.2.- Análisis máximos mensuales:

Lo siguiente que se estudió fue la evolución de los máximos mensuales, donde se vio que suele seguir una periodicidad constante de manera general, donde al igual que en la altura y periodo, generalmente al comienzo y final de cada año, los valores suelen ser más altos. Esto además se respalda con lo obtenido en el *Anexo XXI: Boxplots de altura máxima mensual en base al mes en el que se desarrollan*, donde se muestra un diagrama de cajas para la altura máxima mensual de cada estación en función al mes en el que tienen lugar.

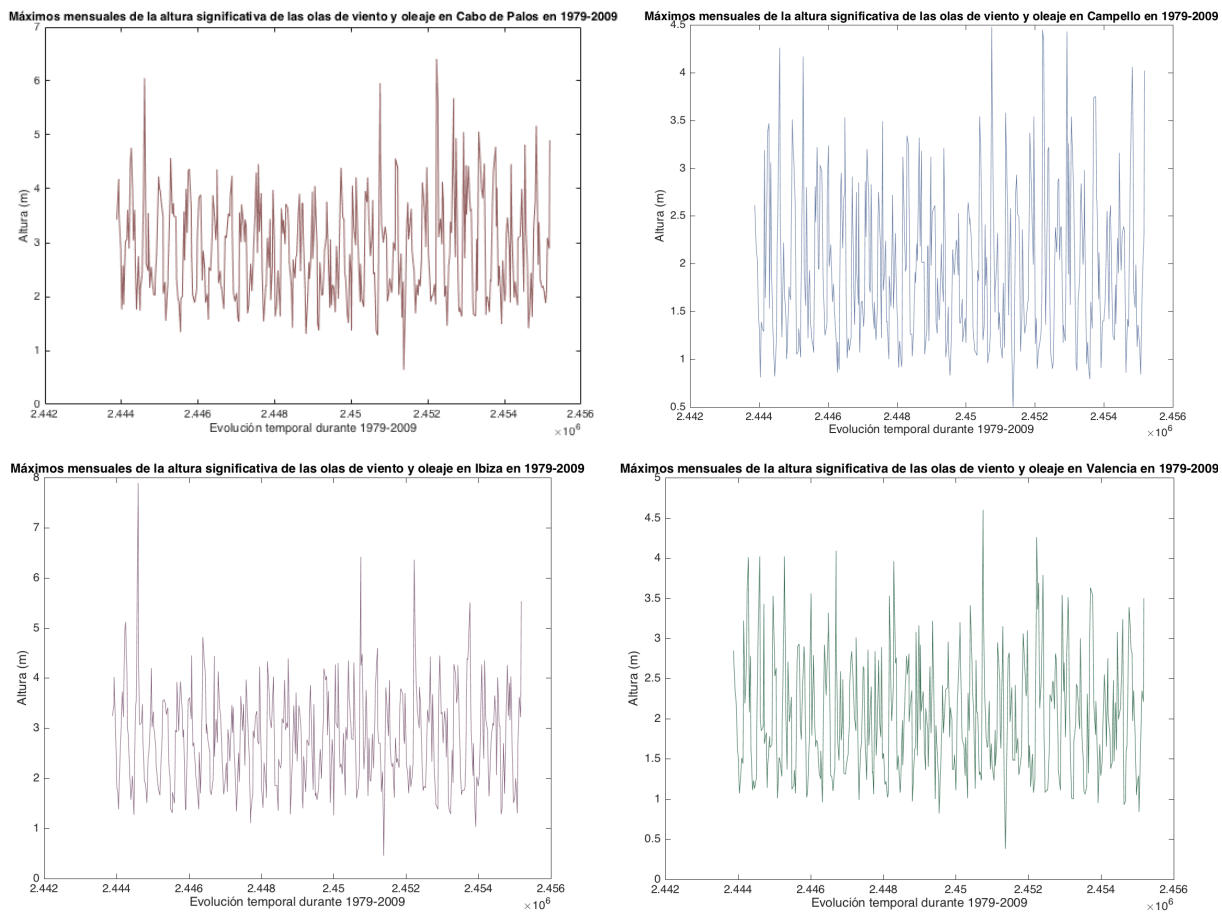
De este modo, si se le presta atención a la *figura 16*, en **Cabo de Palos** los datos suelen oscilar entre los 1-1,5 metros y los 4-5 metros. Como valores máximos cabe destacar que en el *Anexo XIII* se puede observar que en 1980, 1997, 2001 y 2003 se acercan a los 6 metros en los meses de otoño-invierno.

Si bien se analiza **Campello** a partir de la *figura 17*, se tiene en cuenta que los datos suelen oscilar entre 0,5 y 3,5 metros, aunque hay veces como se puede apreciar en el *Anexo XIV* que se superan los 4 metros acercándose a los 4,5 metros en 1980, 1982, 1997, 2001, 2003, 2008.

En **Ibiza** sin embargo se ve mayor contraste visual en la *figura 18*, donde se ve una estabilidad constante donde los datos siguen una oscilación habitual que va desde 1 metro hasta 4,5 metros, pero si se lleva un estudio más profundizado a partir del *Anexo XV*, cabe destacar que en 1980, 1997, 2001, 2006 y 2009 se obtienen valores muy elevados hasta llegar a alcanzar casi los 8 metros.

En último lugar, si se estudia la evolución de **Valencia**, como se puede ver en la *figura 19*, se aprecia que la altura suele oscilar entre el metro y los 3,5 metros, aunque si se amplía esta información a partir de los gráficos del *Anexo XVI*, se podría

afirmar que los valores más extremos serían en los años 1982, 1986, 1991, 1997 y 2001 donde se aproximarían a los 4,5 metros.

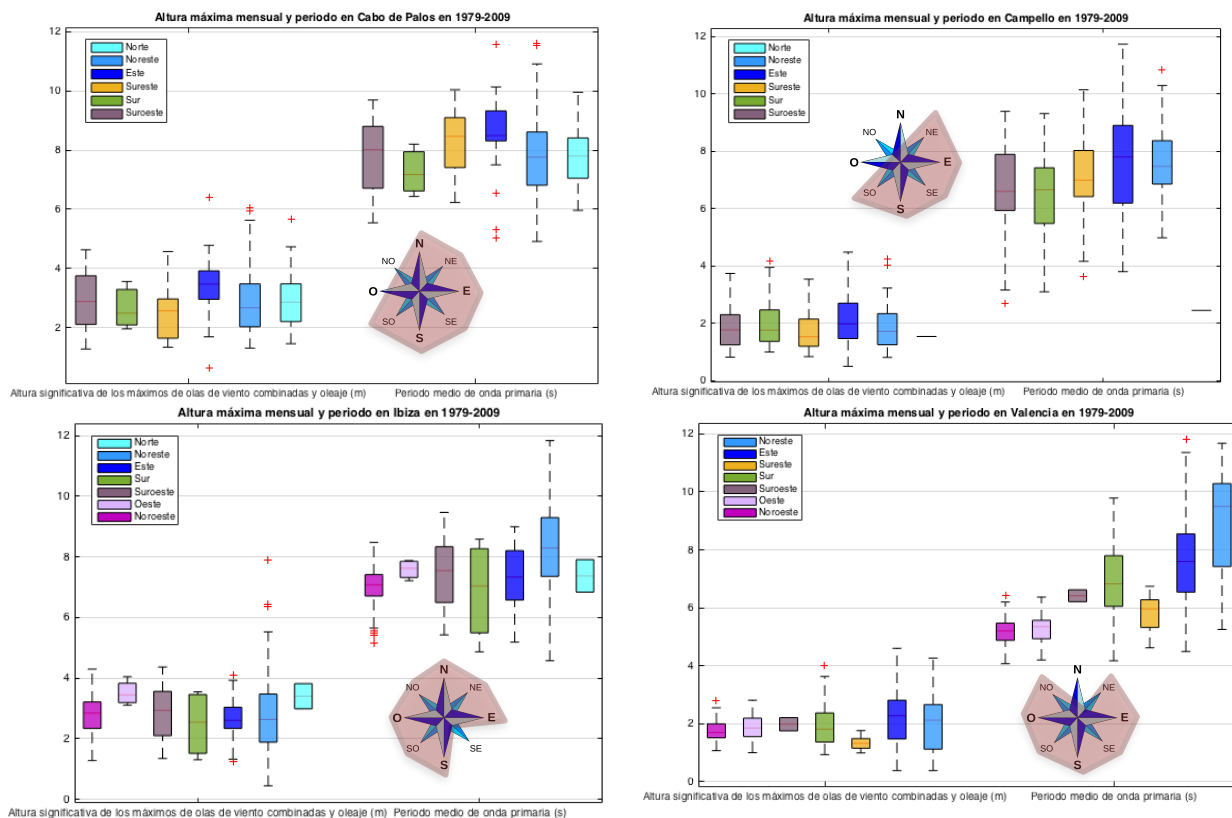


Figuras 16, 17, 18 y 19: Altura máxima mensual en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Matlab)

Para continuar con la investigación, lo siguiente que se hizo fue estudiar la relación de esas alturas máximas mensuales con su periodo y dirección de onda primaria correspondiente. Para que haya un mejor análisis visual, se ha añadido una rosa de los vientos con las direcciones que toman los máximos mensuales en cada zona (*figuras 20, 21, 22 y 23 extraídas de los Anexos XVII, XVIII, XIX y XX: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en las 4 estaciones*).

Por consiguiente, si se relaciona la altura con el periodo, se puede observar como al aumentar una variable, también lo hace la otra. De esta manera, esta relación se puede observar en la *tabla 6*, aunque no queda muy clara la tendencia que sigue, ya que en Cabo de Palos e Ibiza se ajusta más a una tendencia polinomial, mientras que en Campello y Valencia a una tendencia exponencial. Esta información es extraída de

los Anexos XXIX, XXX, XXXI y XXXII. De igual manera, no suelen variar mucho los valores de R^2 para cada tendencia.



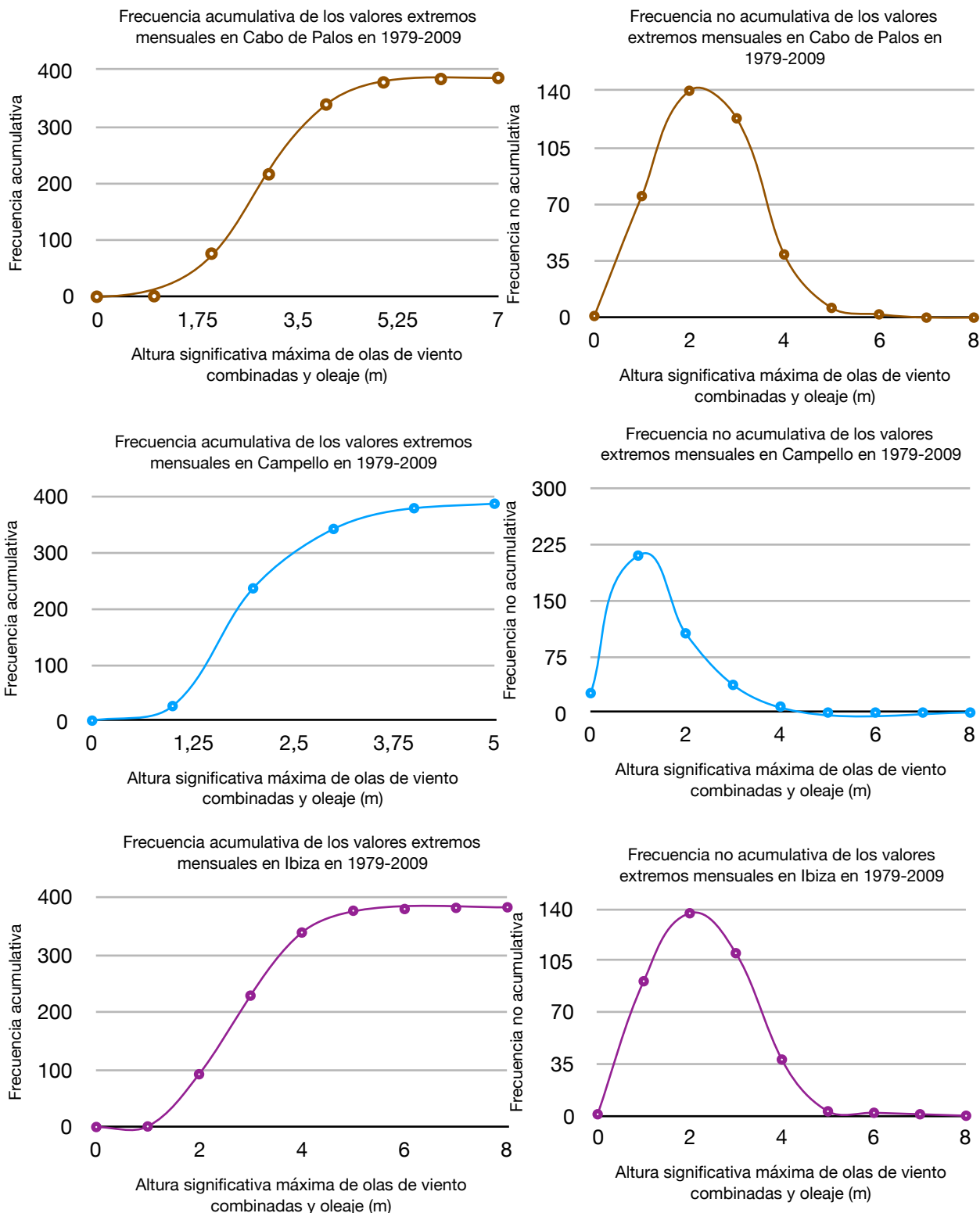
Figuras 20, 21, 22 y 23: Altura máxima mensual y periodo de esta en relación con la dirección primaria de la onda en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Matlab)

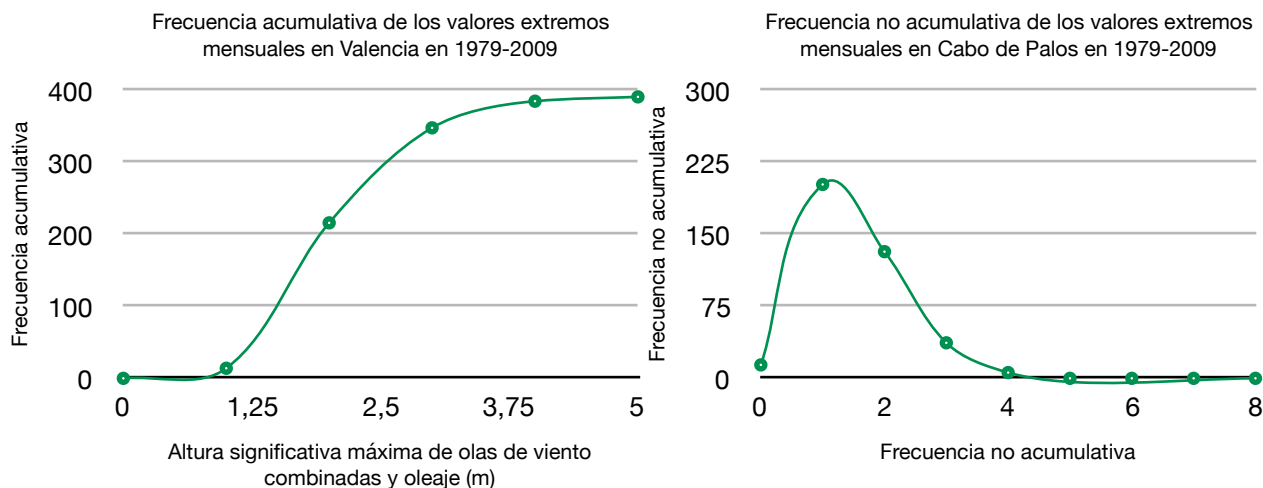
	R^2			
Tendencia	Lineal	Exponencial	Polinomial	Potencia
Cabo de Palos	0,7631	0,7474	0,7646	0,7574
Campello	0,4648	0,4850	0,4830	0,4553
Ibiza	0,5608	0,5187	0,5629	0,5344
Valencia	0,4939	0,4965	0,4940	0,4702

Tabla 6: Relación periodo frente altura para periodos máximos mensuales en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA)

Si bien, estos datos se analizan mediante la distribución acumulativa y no acumulativa, y centrándonos en las gráficas del Anexo XXXIII, se tiene que a medida que aumenta la altura de la ola, disminuyen las probabilidades de que surja esa situación, ya que si se le presta atención a las figuras 24, 26, 28 y 30 siguen una

frecuencia acumulativa, por lo que al aumentar la altura, aumenta rápidamente, hasta estabilizarse. Sin embargo, en las *figuras 25, 27, 29 y 31* se puede apreciar como los máximos de baja altura tienen poco valor, por lo que aumentaría hasta alcanzar un máximo cercano a 2 metros en Cabo de Palos e Ibiza y posteriormente disminuiría. Lo mismo ocurre en Campello y Valencia, pero con un máximo en 1 metro.

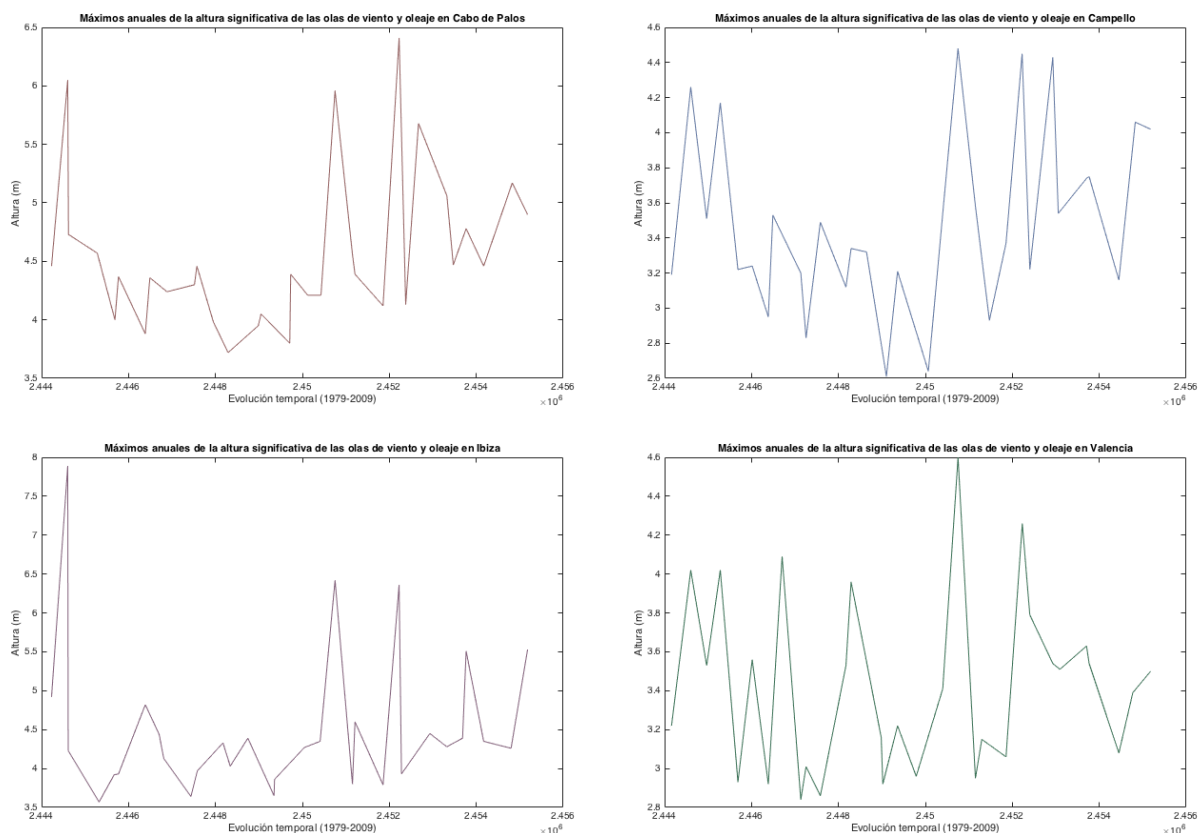




Figuras 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31: Distribución acumulativa y no acumulativa para altura máxima mensual en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Pages)

3.3.- Máximos anuales:

Para finalizar, se analizan los máximos anuales de cada estación, donde se puede apreciar en las *figuras 32, 33, 34 y 35* extraídas del *Anexo XXIII* que en **Cabo de Palos**, las alturas máximas irían desde aproximadamente 3,75 metros hasta alcanzar los 6,5 metros, mientras en **Campello** los valores irían desde 2,6 metros hasta



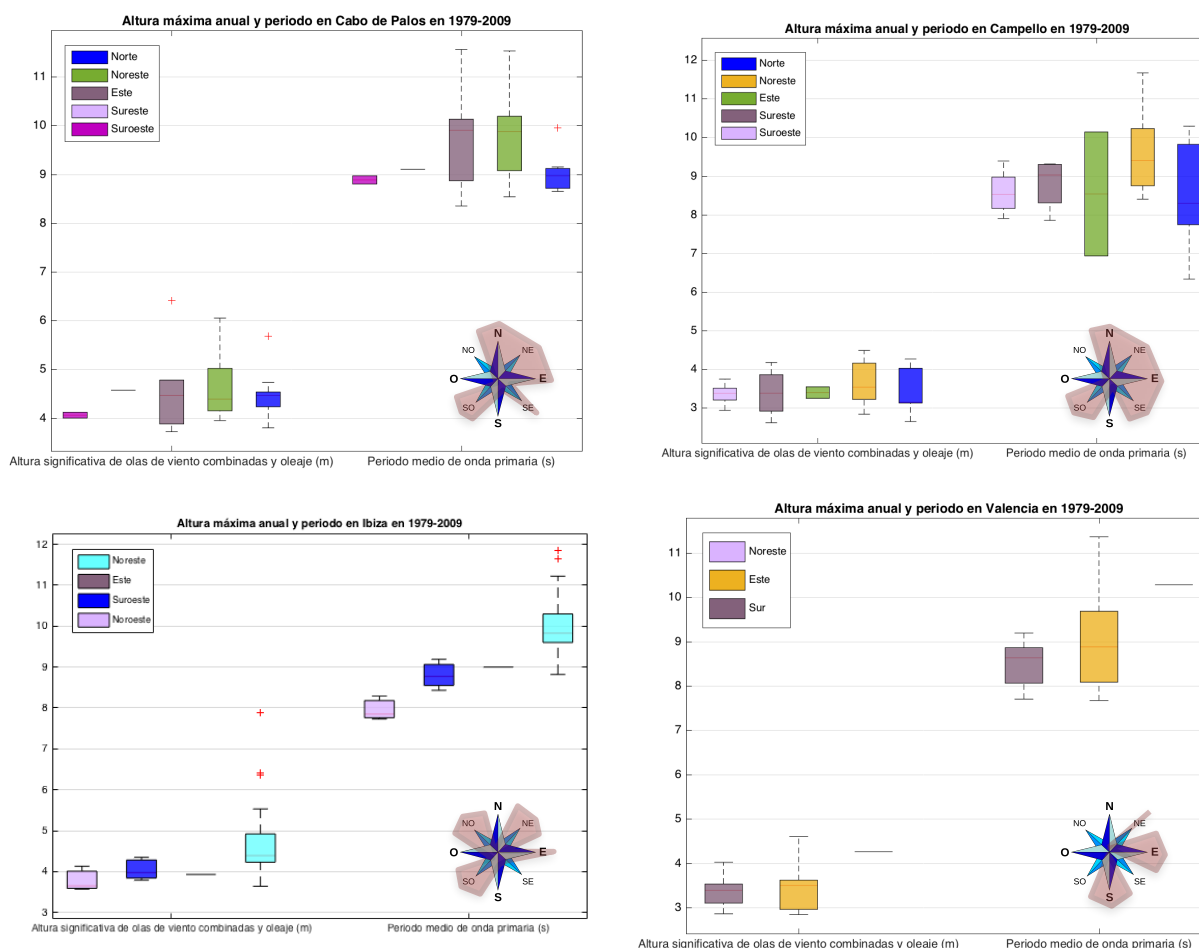
Figuras 32, 33, 34 y 35: Altura máxima anual en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Matlab)

aproximarse a los 4,5 metros. En **Ibiza** el contraste es mayor, ya que los valores oscilarían desde los 3,5 metros hasta acercarse a los 8 metros. En **Valencia** sin embargo presentan datos de altura desde los 2,8 metros hasta los 4,5 metros.

Prosiguiendo con el estudio, si se quiere estudiar cuales son los vientos predominantes para los máximos anuales. Para ello, se extraen las *figuras 36, 37, 38 y 39* de los *Anexos XXIV, XXV, XXVI y XXVII: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en las 4 estaciones.*

Para ayudar a entender que vientos afectan en cada zona se ha adjuntado a cada gráfico una rosa de los vientos sobre la que se ha marcado la predominancia de cada uno de ellos.

Cabe destacar que según lo que se observa en el *Anexo XXVIII: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base al mes en el que se desarrollan*, los extremos anuales suelen manifestarse de enero a abril y de octubre a diciembre, aunque esporádicamente ocurren en mayo y septiembre.



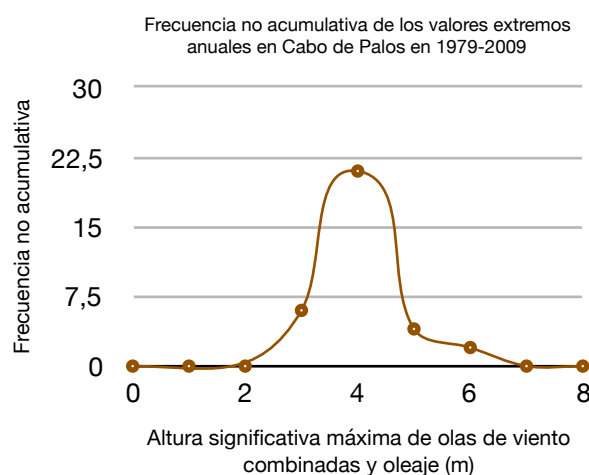
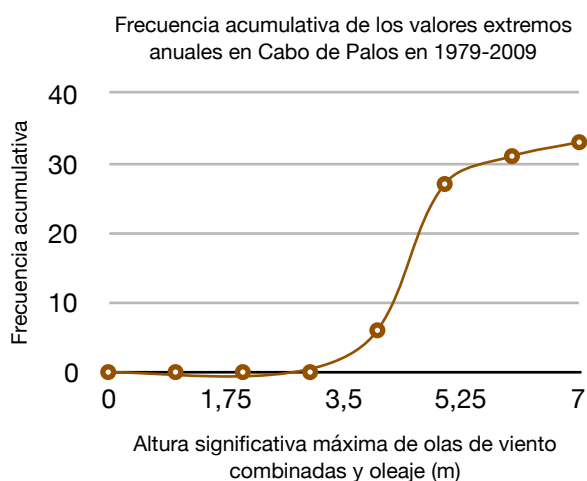
Figuras 36, 37, 38 y 39: Altura máxima anual y periodo de esta en relación con la dirección primaria de la onda en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Matlab)

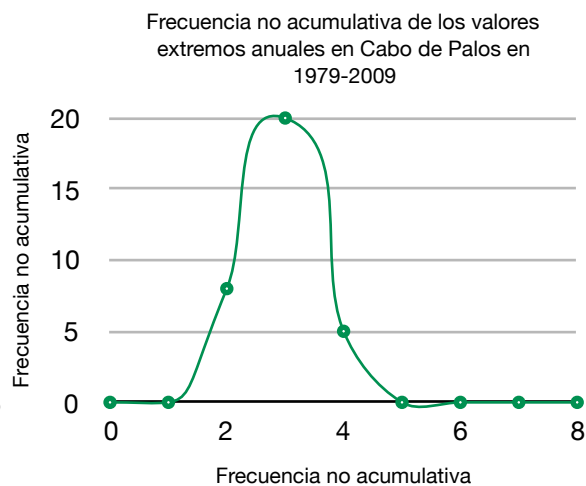
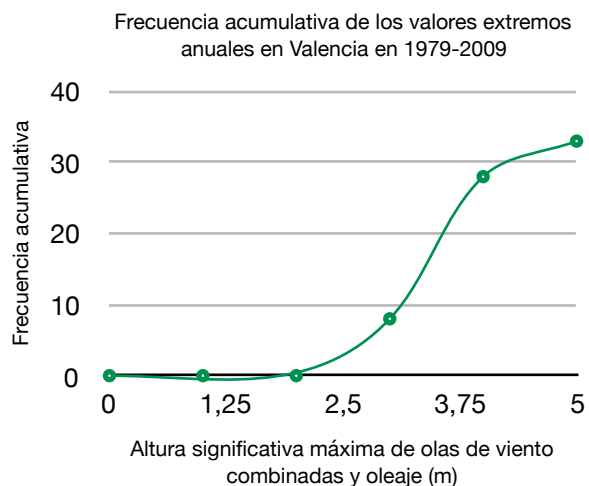
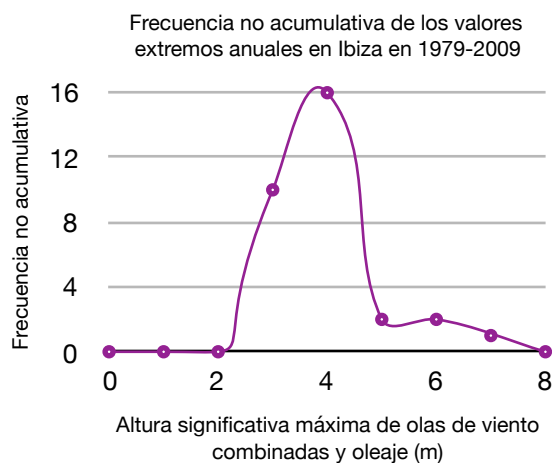
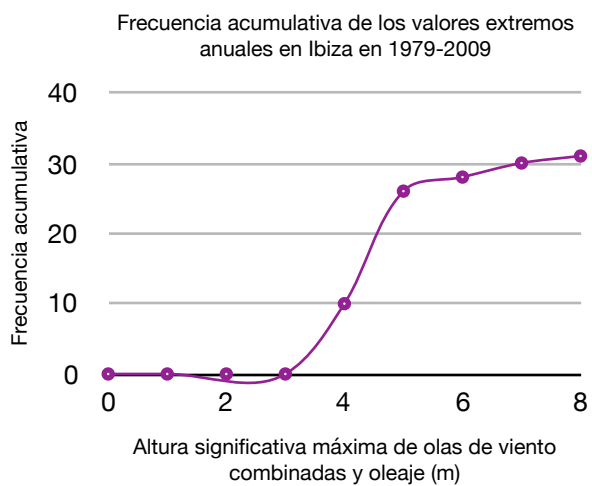
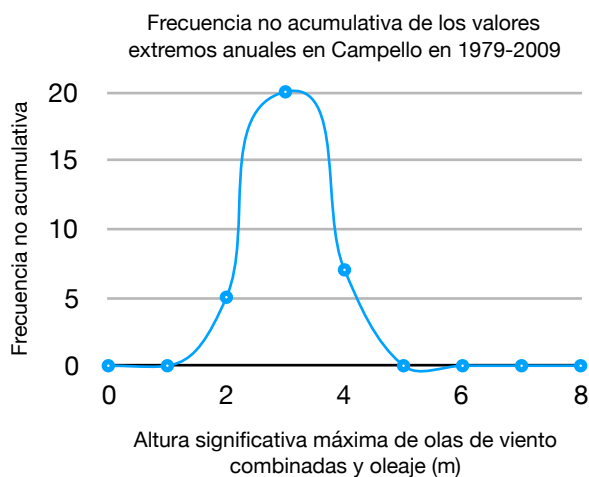
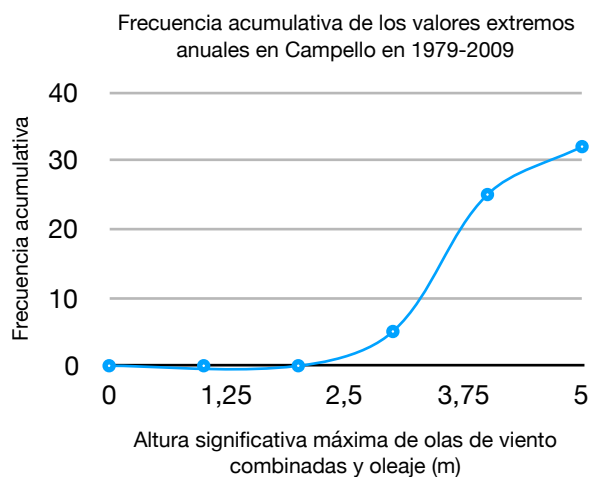
Lo siguiente en lo que hay que fijarse es en el periodo, y se hace de la misma manera que en los casos anteriores, ya que en las figuras 4 previas se ve que a medida que la altura aumenta, también lo hace el periodo. Así pues, se lleva a cabo el mismo análisis que en los casos anteriores, realizando una tabla comparativa (*tabla 7*) donde se aprecia que en todos los casos sigue una tendencia polinomial, aunque los valores de R^2 varían poco. Esta información es extraída de los Anexos XXIX, XXX, XXXI y XXXII.

Tendencia	R ²			
	Lineal	Exponencial	Polinomial	Potencia
Cabo de Palos	0,4912	0,4860	0,4932	0,4854
Campello	0,2512	0,2302	0,2796	0,2127
Ibiza	0,6867	0,7146	0,7233	0,6748
Valencia	0,4072	0,3879	0,4104	0,3859

Tabla 7: Relación periodo frente altura para periodos máximos anuales en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA)

Por otro lado, si se tiene en cuenta el análisis de frecuencias, obtenemos que al igual que en los máximos mensuales, disminuye la probabilidad de manifestarse cuando ya se alcanza una altura considerable en el caso de la frecuencia acumulativa, puesto que sigue incrementando la frecuencia, pero en menor cantidad. Esto se puede ver en las *figuras 40, 42, 44 y 46*. Sin embargo, en la frecuencia no acumulativa, se tiene que va aumentando desde 0 hasta alcanzar el pico equivalente a una altura de 3 metros en Campello y Valencia y 4 metros en Cabo de Palos e Ibiza, y a partir de ese máximo va disminuyendo progresivamente. Esto se puede verificar a partir de las *figuras 41, 43, 45 y 47*. Todas las figuras han sido extraídas del Anexo XXXIII.

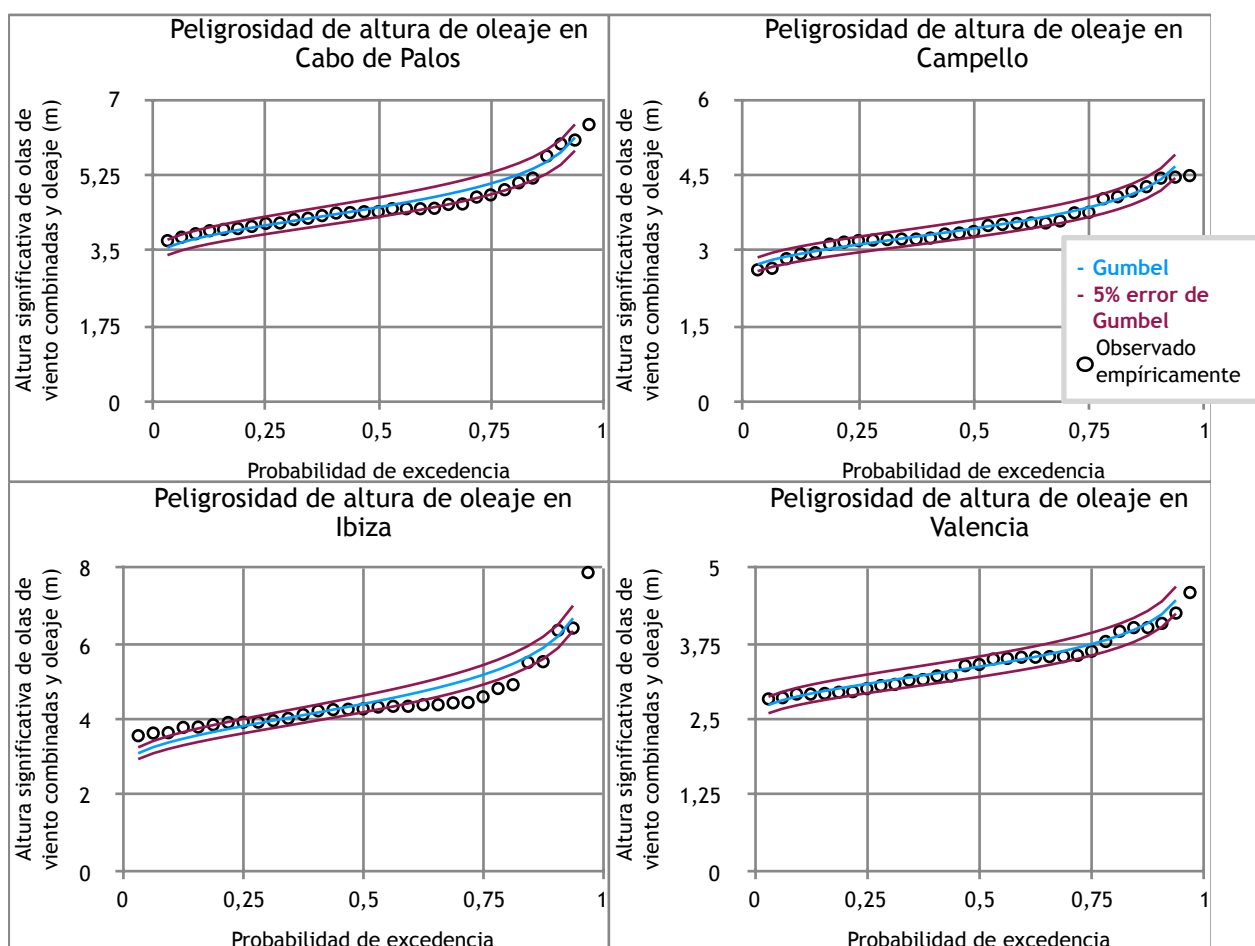




Figuras 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47: Distribución acumulativa y no acumulativa para altura máxima anual en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del NOAA con Pages)

3.4.- Peligrosidad y previsión de la altura del oleaje:

En último lugar, teniendo en cuenta el análisis de Gumbel para obtener evidencias de la peligrosidad debida a la altura de las olas, se puede ver en las *figuras 48, 49, 50 y 51* extraídas del *Anexo XXXIV* generadas a partir de los datos del *Anexo XXXIII*, que sigue una probabilidad de excedencia que va en aumento en función de la altura hasta que se estabiliza, y posteriormente sigue aumentando de manera brusca hasta aproximarse a una excedencia de 1. La representación óptima sería la línea azul con un porcentaje del 0.05 de margen de error en color rojo. También se muestran con marcas circulares en color negro los valores observados empíricamente. Se ve que se suele ajustar al margen del 5% de error menos en Ibiza, ya que al principio se obtienen valores menores y al final superiores a los márgenes delimitados.



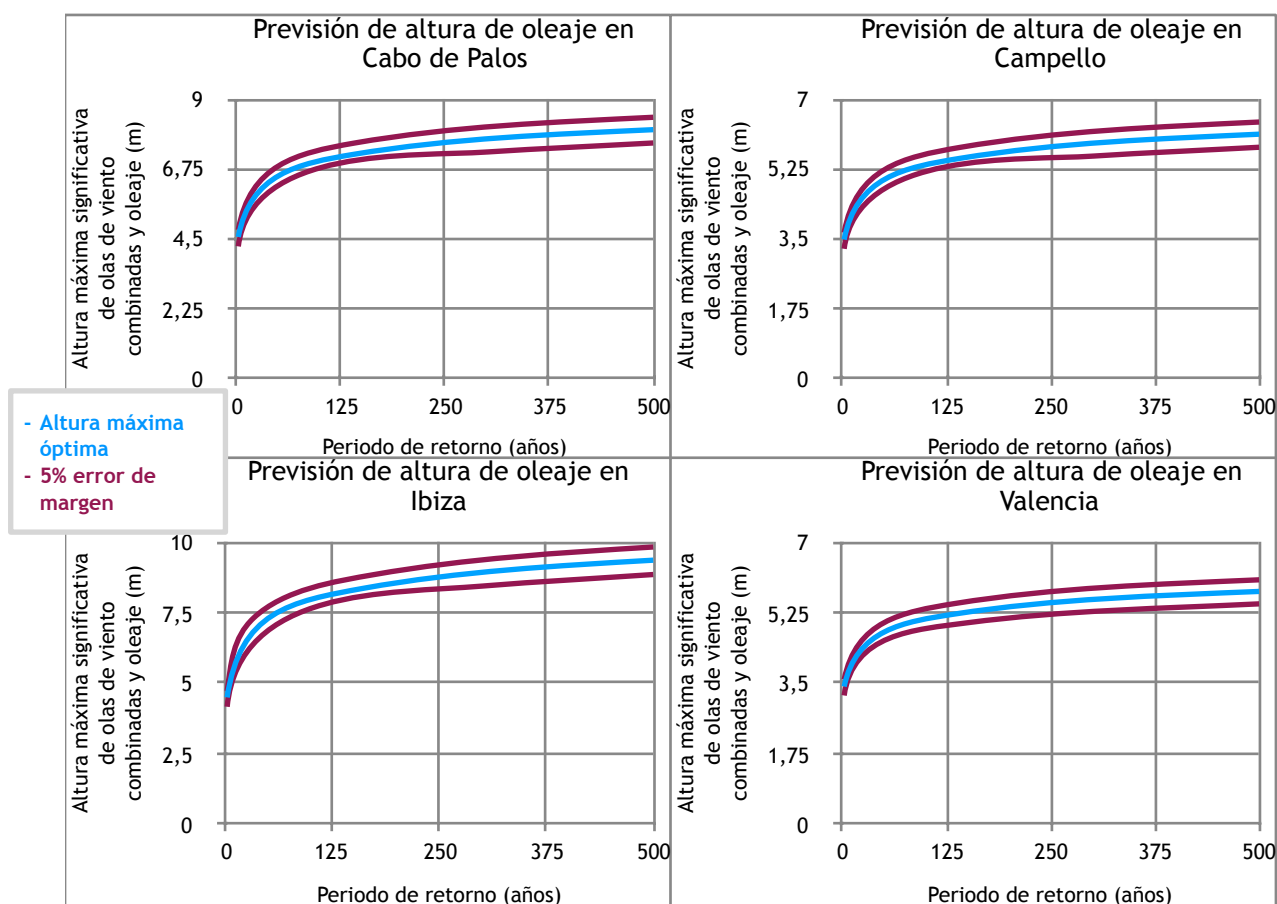
Figuras 48, 49, 50 y 51: Análisis de peligrosidad de la altura del oleaje máxima anual en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del Anexo XXXIII con Pages)

Además, si se tiene en cuenta el periodo de retorno, se puede ver en la *tabla 8* generada a partir de las *figuras 52, 53, 54 y 55* extraídas del *Anexo XXXIV* que a

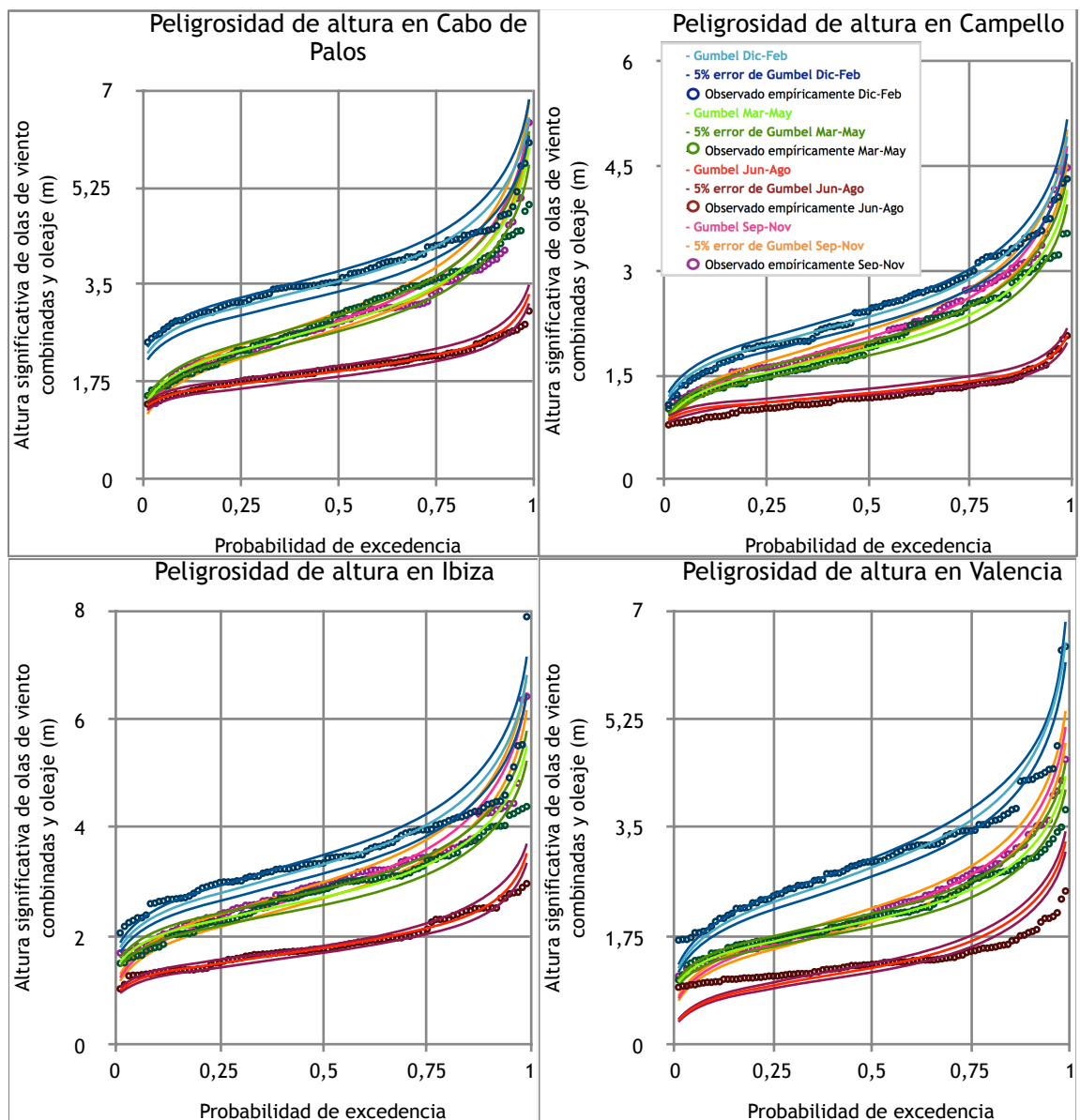
medida que aumenta el periodo de retorno, también lo hace la probabilidad de obtener una altura máxima anual, aunque en menor velocidad de aumento.

Periodo de retorno (años)	Previsión de altura de oleaje (m)			
	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
5	5,15 ± 0,26	3,93 ± 0,20	5,33 ± 0,27	3,82 ± 0,19
10	5,60 ± 0,28	4,27 ± 0,21	5,96 ± 0,30	4,13 ± 0,21
25	6,17 ± 0,31	4,71 ± 0,24	6,77 ± 0,34	4,52 ± 0,23
50	6,59 ± 0,33	5,03 ± 0,25	7,36 ± 0,37	4,80 ± 0,24
100	7,01 ± 0,35	5,36 ± 0,27	7,95 ± 0,40	5,10 ± 0,25
250	7,57 ± 0,38	5,78 ± 0,29	8,73 ± 0,44	5,47 ± 0,27
500	7,99 ± 0,40	6,10 ± 0,30	9,31 ± 0,46	5,75 ± 0,29

Tabla 8: Periodo de retorno de máximos anuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia (tomado del Anexo XXXIV)

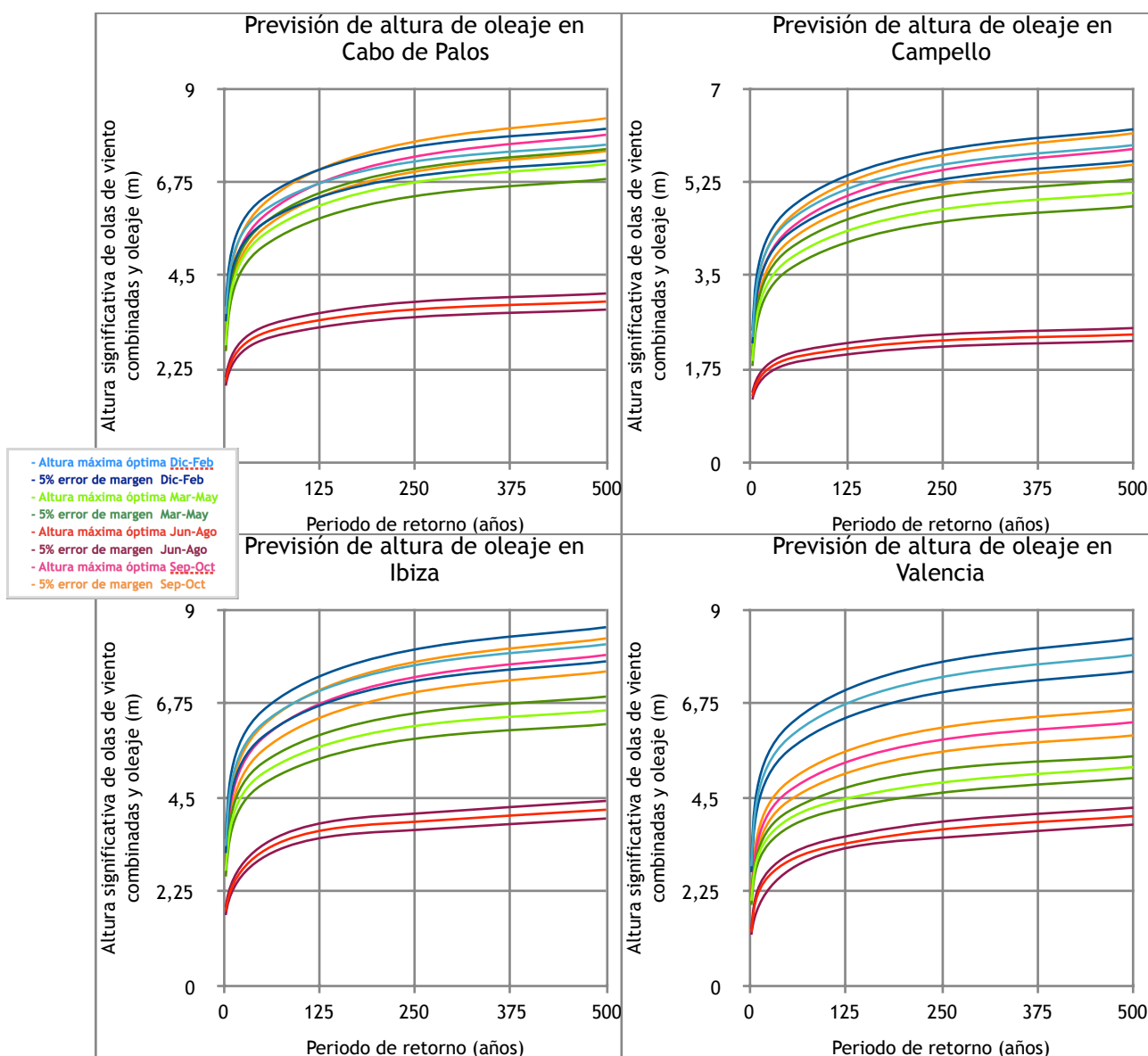


No obstante, si se realiza el mismo análisis para cada época del año, se obtiene como se puede ver en las figuras 56, 57, 58 y 59 extraídas del Anexo XXXIV que en verano las alturas suelen ser mínimas, mientras que en los meses de invierno, es cuando se tienen mayores alturas en base a la probabilidad de excedencia. No obstante, en Cabo de Palos y Valencia se observa que en primavera y otoño los valores suelen ser intermedios entre el verano y la primavera, aunque se obtienen mayores alturas en otoño. Sin embargo en Campello e Ibiza, se puede apreciar que se obtienen valores superiores en invierno, seguidos de otoño, acompañados de las alturas de primavera. Entre esas 3 estaciones no existe mucho contraste, pero sí que presentan diferencias con el verano, donde se observa que los valores son menores.



Figuras 56, 57, 58 y 59: Análisis de peligrosidad de la altura del oleaje por estaciones en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del Anexo XXXIII con Pages)

En última instancia, si se estudian los periodos de retorno, se ve al igual que en el caso anterior que siguen una distribución similar, aunque en Cabo de Palos, en otoño se prevén mayores alturas máximas, superando a las de invierno, y seguidamente les acompañarían las alturas de primavera. Para Campello e Ibiza, se aproximan mucho hasta casi igualar las alturas de otoño con las de invierno, que siguen siendo superiores, y se les aproximan las de primavera. En Valencia se distingue bien cada estación, siguiendo el orden de invierno, otoño, primavera y verano. De igual manera, cuando menos altura se espera obtener para los cuatro puntos de muestreo será en verano, y presenta un contraste visual notable con el resto de estaciones. Las tablas con los valores exactos se pueden ver en el *Anexo XXXIV*.



Figuras 60, 61, 62 y 63: Previsión de altura máxima anual en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia en 1979-2009 (realizado por confección propia a partir de los datos del Anexo XXXIII con Pages)

4.- Discusión.

Llevando a cabo una interpretación en relación a los objetivos propuestos, en primer lugar, se ha realizado una investigación a partir de las bases de datos, donde se han podido extraer datos de viento, periodo, dirección y su evolución temporal, obteniendo información de cada uno de esos parámetros y combinados entre sí.

De esta manera, como se puede apreciar en la sección de resultados, se tiene en cuenta que a medida que aumenta el periodo, también lo hace la altura, siguiendo un crecimiento exponencial para un conjunto global de datos, aunque para los máximos mensuales, dos de las estaciones también lo presenten, la otra mitad sigue una relación polinomial, como ocurre en todos los casos de los máximos anuales. Así pues se puede argumentar que suelen seguir una distribución en donde las olas de menor altura significativa, suelen manifestarse en periodos de pico más cortos que cuando se manifiestan alturas significativas de mayor tamaño (del Estado, P., 2012, 2014, 2017). En base a los extremos, se puede obtener la *Tabla 9*, dónde se comparan los resultados del trabajo con los obtenidos por Puertos del Estado y donde se puede observar la relación entre la altura significativa con el periodo de manera polinomial, ya que es lo que ha salido según los resultados del trabajo, aunque también comparamos las distribuciones que siguen una tendencia potencial, tanto las del trabajo, como las extraídas de los informes de puertos del Estado.

	TFG polinomial	TFG potencia	Puertos del Estado
Cabo de Palos	$H_s = 0,0352T_p^2 - 0,1816T_p + 3,0579$	$H_s = 0,4312T_p^{1,0431}$	$H_s = 0,00491T_p^{3,1254}$
Campello / Alicante	$H_s = 0,0444T_p^2 - 0,5776T_p + 5,0226$	$H_s = 1,1041T_p^{0,519}$	$H_s = 0,03189T_p^{2,1277}$
Ibiza / Dragonera	$H_s = -0,1557T_p^2 + 2,57T_p + 1,3004$	$H_s = 0,4753T_p^{0,468}$	$H_s = 0,00866T_p^{2,8571}$
Valencia	$H_s = 0,0244T_p^2 - 0,1512T_p + 2,8119$	$H_s = 0,6155T_p^{0,7823}$	$H_s = 0,03046T_p^{2,1277}$

Tabla 9: Relación entre el periodo y la altura máxima anual significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia (realizado por confección propia a partir de los datos de los Anexos XXIX, XXX, XXXI, XXXII y del Estado, P., 2012, 2014, 2017)

Para comprobar que los valores no varían mucho, se va a sustituir el periodo por un valor de 9 segundos, donde se puede ver en la *Tabla 10* que los valores no varían excesivamente, excepto en la zona de Ibiza, ya que al coger un punto de la zona Balear que está a una mayor distancia debido a la falta de información de esa zona, los valores son diferentes.

	TFG polinomial	TFG potencia	PdE potencia
Cabo de Palos	4,274	4,266	4,715
Campello / Alicante	3,421	3,456	3,420
Ibiza / Dragonera	11,819	13,292	4,614
Valencia	3,428	3,433	3,23

Tabla 10: Obtención de los datos de altura máxima a partir de un periodo de 9 segundos Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia (realizado por confección propia a partir de los datos de la Tabla 9)

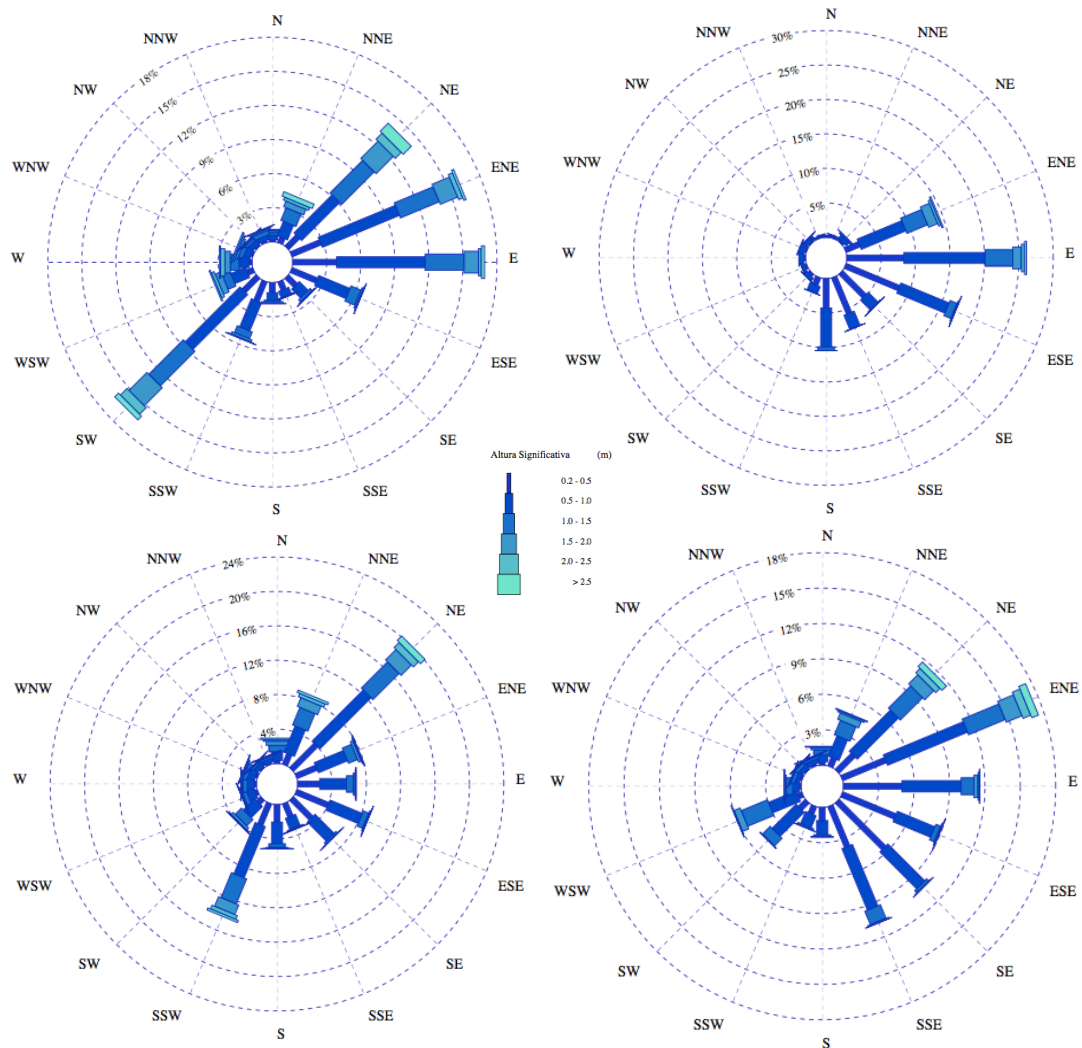
De igual manera, en los resultados se obtuvo que en el orden de alturas significativas suelen ser más altas en Ibiza, seguidas de Cabo de Palos, Valencia y Campello en ese orden. Al relacionarse la boya de Campello con la Boya de Alicante debido a su proximidad, se obtiene que este orden sería correcto (del Estado, P., 2012, 2014, 2017).

A su misma vez, cabe destacar que a principios y finales de cada año suelen aparecer los valores más altos de las alturas de las olas, por lo que los máximos anuales suelen ir desde octubre hasta abril, con datos esporádicos en mayo o septiembre. Esto es debido a que en los meses de invierno la actividad del oleaje es más enérgica que en verano (Lizárraga-Arciniega, R., *et al.* 2007). Además, hay estudios que indican que los huracanes mediterráneos suelen ocurrir en los meses fríos y en invierno, aunque se estima que en un futuro aparecerán con una mayor frecuencia en otoño (González-Alemán, J. J., 2019), y que las condiciones marinas afectadas por la alteración meteorológica producida por la cercanía al océano Atlántico, pueden perjudicar a la estabilidad del oleaje de la cuenca occidental a lo largo de todo el año, pero especialmente en invierno (Sartini, L., *et al.*, 2017).

Teniendo en cuenta los vientos, se tiene que en general suele predominar el viento gregario y de levante aunque aparezcan todos. Sin embargo, en zonas como Campello e Ibiza se obtienen valores elevados en el Suroeste. Así pues, las *Figuras 64, 65, 66 y 67* serían las 4 rosas de oleaje de las 4 zonas (del Estado, P., 2012, 2014, 2017), donde se aprecia que se obtiene lo mismo que en los resultados.

Sin embargo, los vientos que predominan en los máximos anuales para Cabo de Palos serían Norte, Noreste, Este y Suroeste, mientras que para Campello, todos excluyendo los procedentes del Sur, Oeste y Noroeste. Para Ibiza predominarían los vientos del Noreste, Sureste, Sur y Oeste, y para Valencia los vientos del Noreste, Este y Sur, direcciones que se aproximan a lo obtenido por Puertos del Estado (del Estado, P., 2012, 2014, 2017).

Por otro lado, si nos centramos en el análisis de la frecuencia acumulativa de valores máximos anuales y mensuales, se obtiene que a medida que aumenta la



Figuras 64, 65, 66 y 67: Rosas de oleaje en base a la dirección del viento en Cabo de Palos, Campello, Ibiza y Valencia (tomado de del Estado, P., 2012, 2014, 2017)

altura significativa, sigue una tendencia creciente en baja medida al comienzo, luego sube de manera brusca, aunque al final busque la estabilización. Sin embargo, en el caso de la frecuencia no acumulativa, se observa que los valores bajos de olas máximas (menos de 2 metros) no suelen aparecer, por lo que presenta un pico, a partir del cual disminuyen los valores máximos de manera pronunciada, aunque después sigan apareciendo más valores conforme aumentamos de altura pero de forma más moderada. Esto sería así debido a que la frecuencia de probabilidad disminuye siguiendo una tendencia exponencial en función del aumento de la altura significativa máxima de la ola (Sulisz, W., *et al.*, 2016).

Si bien, tenemos ahora en cuenta la probabilidad de excedencia, se puede ver como sigue el mismo orden que en las alturas significativas (Ibiza > Cabo de Palos > Valencia > Campello), donde se puede apreciar como aumenta de manera más repentina al principio y al final del porcentaje, ya que en la zona intermedia se suele estabilizar. Exceptuando Ibiza, el resto de valores observados empíricamente suelen

ajustarse a la distribución de Gumbel y a su margen de error del 5%, debido a que siguen una distribución asintótica que sería lo más similar a la distribución teórica (Gaidai, O., *et al.*, 2017). Sin embargo, el contraste de Ibiza puede ser debido a que en el mar balear se produce una mayor perturbación de las condiciones marinas constantes en los meses de invierno, ya que dónde más afecta en todo el Mediterráneo sería en este mar, en Argelia, y en la cuenca jónica (Izaguirre, C., *et al.*, 2010), o simplemente a que dependiendo de la ubicación de las boyas en el mar se pueda registrar información de valores extremos simplemente por superar el umbral frecuente del oleaje habitual (Benetazzo, *et al.*, 2015).

Para finalizar, en el análisis de la peligrosidad de la altura, se ve como también sigue un mismo patrón en las 4 estaciones, donde se tiene que a mayor periodo de retorno, aumentan las probabilidades de que se genere un evento marino extremo acompañado de una altura máxima anual de oleaje superior. Si se comparan los resultados obtenidos con los de los informes de Puertos del estado, se observa que los valores tienen una alta similitud (del Estado, P., 2012, 2014, 2017). Es importante que se tengan en cuenta estos valores puesto que en las obras de ingeniería marítima consultan periodos de retorno previamente a comenzar los proyectos (Gallardo, A., *et al.*, 2017).

Por último, como mejora del experimento, cabe destacar que al haber realizado una interpolación entre los puntos de muestreo, y al no poder reflejar la variación espacial gradual progresiva por falta de información continua debido a la precisión de la malla, se tuvieron que coger puntos desplazados de las boyas, por lo que no es exactamente el punto de muestreo que se quería estudiar. Para investigaciones futuras sería conveniente que se creara otra malla dónde se tomen los datos con una mayor precisión, ya que los cuadrados de las mallas deberían de ser más pequeños para aumentar la resolución, por lo que al querer estudiar un punto con unas coordenadas exactas, habría mayor posibilidad de que se encontrara más próximo a uno de los vértices del cuadrado en el que se encuentre.

5.- Conclusiones.

En base a perspectivas futuras, la probabilidad de que se manifiesten olas de una mayor altura significativa generadas en condiciones de eventos marinos extremos aumentará a medida que se incremente el tiempo a predecir. De igual manera, en invierno se podrán alcanzar alturas máximas superiores que las de otoño, siendo estas superiores que las de primavera, y estas que las del verano.

Como generalmente suele haber una altura del oleaje mayor en la zona de Ibiza, será donde los eventos marinos extremos puedan generar olas de mayor altitud, seguido de las zonas de Cabo de Palos, Valencia y Campello.

Esto conlleva a que en Ibiza se supere frecuentemente la altura máxima frente a la probabilidad de excedencia, aunque el resto se ajuste al análisis.

La relación que existiría entre el viento en función del periodo sería una distribución polinomial para valores habituales, y potencial o polinomial para valores obtenidos en eventos marinos extremos.

Los vientos que suelen generar eventos marinos extremos en Cabo de Palos suelen ser vientos del N, NE, E, SE y SO, en Campello actuarían los vientos del N, NE, E, SE y SO, en Ibiza los vientos del NE, E, SO y NO, y por último en Valencia, los vientos del NE, E y S.

5.- Conclusions.

Based on future perspectives, the probability of waves of a greater height being generated in conditions of extreme marine events will increase as the time to predict increases. Similarly, in winter you can reach higher peak heights than those of autumn, being higher than those of spring, and these than those of summer.

As there is usually a higher wave height in the area of Ibiza, it will be where extreme marine events can generate waves of higher altitude, followed by the areas of Cabo de Palos, Valencia and Campello.

This means that in Ibiza the maximum height is frequently exceeded compared to the probability of exceedance, although the rest is adjusted to the analysis.

The relationship that would exist between the wind as a function of the period would be a polynomial distribution for usual values, and potential or polynomial for values obtained in extreme marine events.

The winds that usually generate extreme marine events in Cabo de Palos are usually winds of N, NE, E, SE and SW, in Campello the winds of N, NE, E, SE and SW would act, in Ibiza the winds of NE, E, SW and NW, and finally in Valencia, the NE, E and S winds.

6.- Bibliografía

Becemberg, R. (2019). Modelamiento de la sobre-elevación puntual del nivel del mar para “Isla de Aves” y sus consecuencias como amenaza potencial de un área marino costera. *Tekhné*, 21(5).

Benetazzo, A., Barbariol, F., Bergamasco, F., Torsello, A., Carniel, S., & Sclavo, M. (2015). Observation of extreme sea waves in a space-time ensemble. *Journal of Physical Oceanography*, 45(9), 2261-2275. doi:10.1175/JPO-D-15-0017.1

Berenguer, F. J. O., García, J. L. A., & Moral, P. S. (2004). Caracterización del oleaje en las aguas costeras del Cantábrico. In *El clima, entre el mar y la montaña: [aportaciones presentadas al IV Congreso de la Asociación Española de Climatología, Santander, 2-5 de noviembre de 2004]* (pp. 95-104). Universidad de Cantabria.

Borsje, B. W., van Wesenbeeck, B. K., Dekker, F., Paalvast, P., Bouma, T. J., van Katwijk, M. M., & de Vries, M. B. (2011). How ecological engineering can serve in coastal protection. *Ecological Engineering*, 37(2), 113-122. doi:10.1016/j.ecoleng.2010.11.027

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 8(10), 2-12.

Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., Saldarriaga, J. G., & Santos G., G. R. (1994). *Hidrología aplicada* /cVen Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays ; traducción: Juan G. Saldarriaga ; revisión técnica : Germán R. Santos G. Santafé de Bogotá [etc.]: McGraw-Hill.

Church, J. A., Clark, P. U., Cazenave, A., Gregory, J. M., Jevrejeva, S., Levermann, A., ... & Payne, A. J. (2013). Sea level change. *Climate change*, 1975. doi:10.1016/B978-0-12-391851-2.00027-1

Church, J. A., & White, N. J. (2006). A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical research letters*, 33(1). doi:10.1029/2005GL024826

Cordova, A., Rosete, F., Enriquez, G., Hernández de la Torre, B. (ed) (2006). *Ordenamiento Ecológico Marino: Visión Temática de la regionalización*.

del Estado, P. (2012). Clima medio de oleaje: Boya de Cabo de Palos. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

del Estado, P. (2012). Extremos máximos de oleaje (altura significativa): Boya de Cabo de Palos. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

del Estado, P. (2014). Clima medio de oleaje: Boya de Alicante. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

del Estado, P. (2014). Extremos máximos de oleaje (altura significativa): Boya de Alicante. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

del Estado, P. (2017). Clima medio de oleaje: Boya de Nodo SIMAR 2092107. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

del Estado, P. (2017). Clima medio de oleaje: Boya de Valencia. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

del Estado, P. (2017). Extremos máximos de oleaje (altura significativa): Boya de Dragonera. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

del Estado, P. (2017). Extremos máximos de oleaje (altura significativa): Boya de Valencia. *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado, Madrid*.

Díez, P. F. (2005). Energía de las Olas. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria.

Elorz Forcadell, J. (2011). *Estudio de marea en los puertos españoles del Mediterráneo*.

Fraile Jurado, P., Álvarez Francoso, J. I., & Ojeda Zújar, J. (2018). Cartografía de la probabilidad de inundación del litoral andaluz a finales del siglo XXI ante la subida del nivel del mar. *Cuadernos Geográficos*, 57 (2), 6-26. doi:10.30827/cuadgeo.v57i2.5899

Gaidai, O., Ji, C., Kalogeri, C., & Gao, J. (2017). RETRACTED: SEM-REV energy site extreme wave prediction. doi:10.1016/j.renene.2016.09.053

Gallardo, A., Valdivia, J., & Beyá, J. (2017). Incertidumbre en los valores extremos del oleaje en Chile. *Latin american journal of aquatic research*, 45(4), 649-658. doi: 10.3856/vol45-issue4-fulltext-2

González-Alemán, J. J., Pascale, S., Gutierrez-Fernandez, J., Murakami, H., Gaertner, M. A., & Vecchi, G. A. (2019). Potential increase in hazard from Mediterranean hurricane activity with global warming. *Geophysical Research Letters*, 46(3), 1754-1764. doi:10.1029/2018GL081253

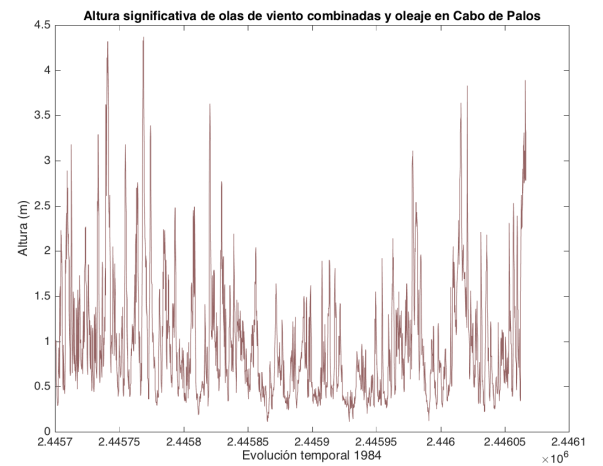
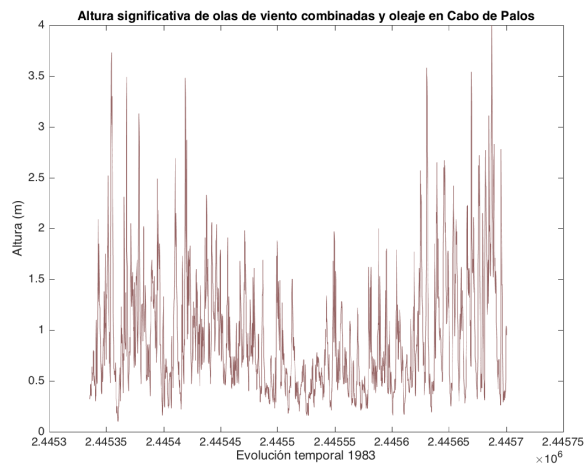
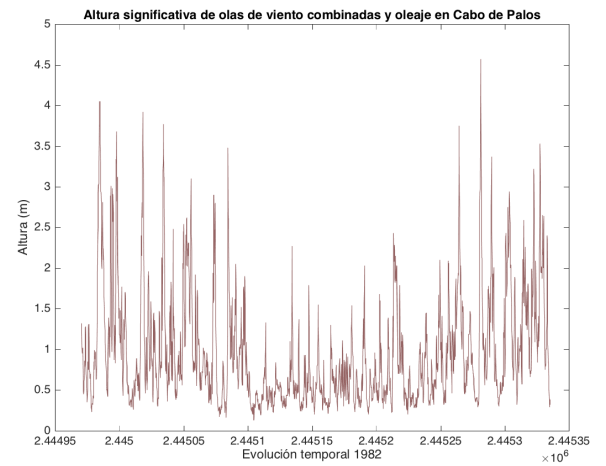
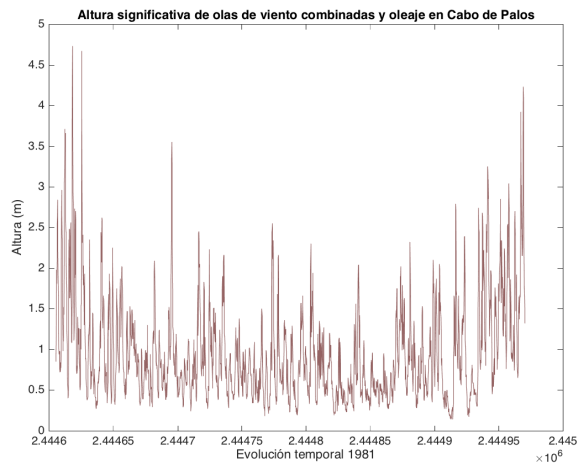
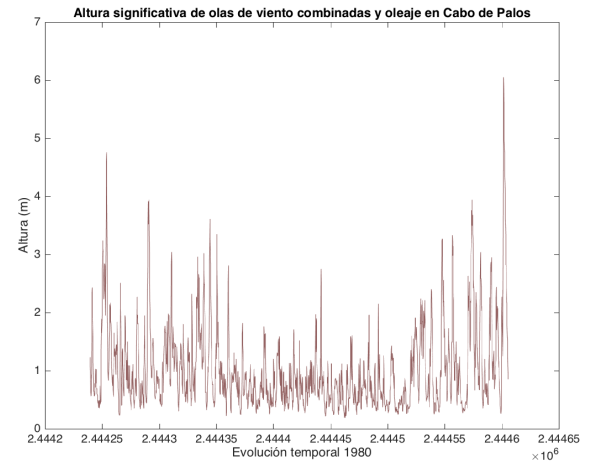
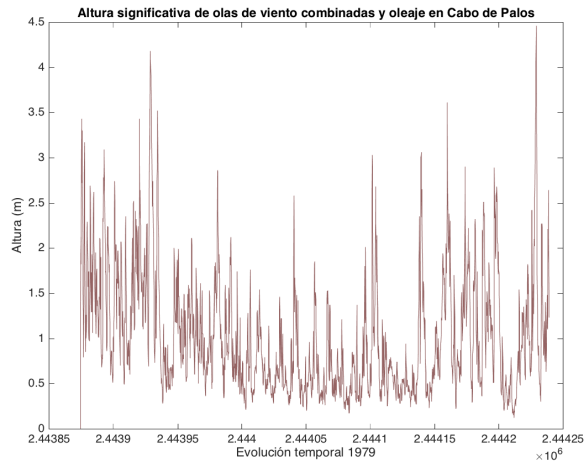
Hernández Valdés, K., & Córdova López, L. F. (2015). Simulación matemática de la interacción oleaje-estructuras de protección costera. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 36(3), 74-87.

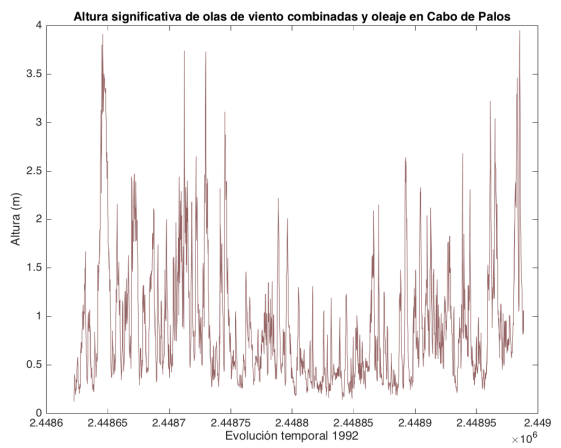
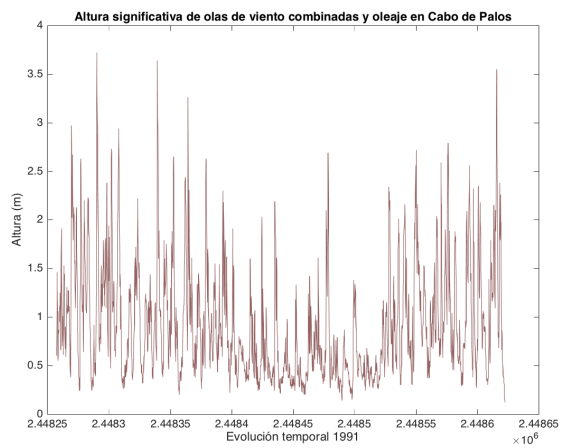
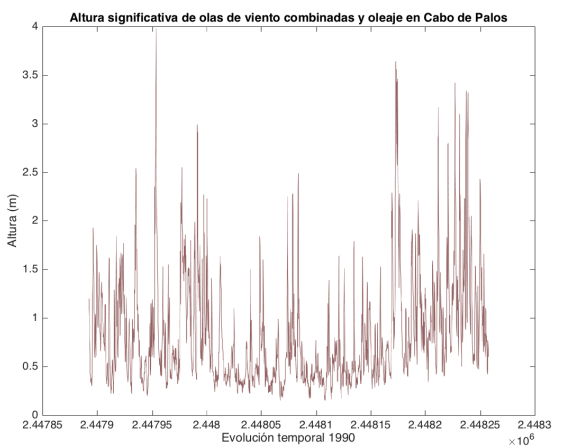
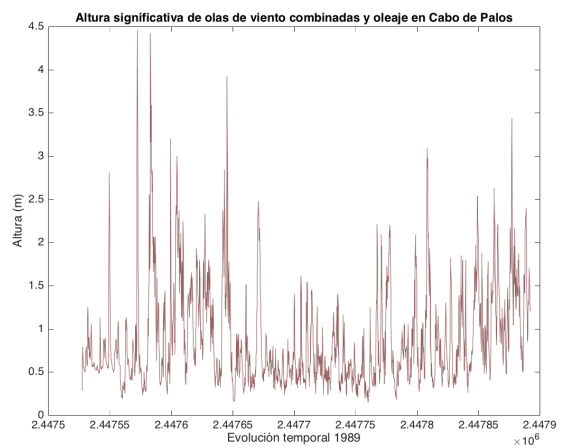
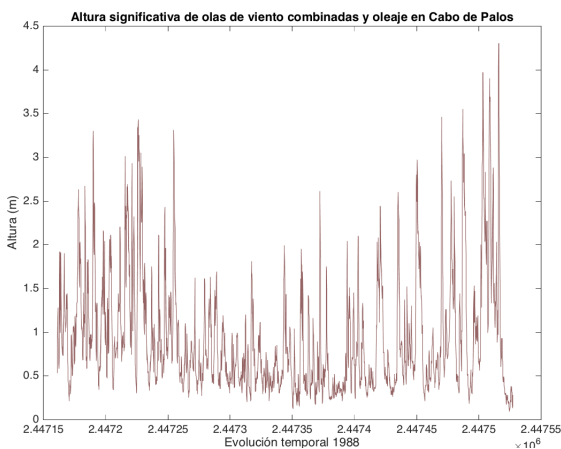
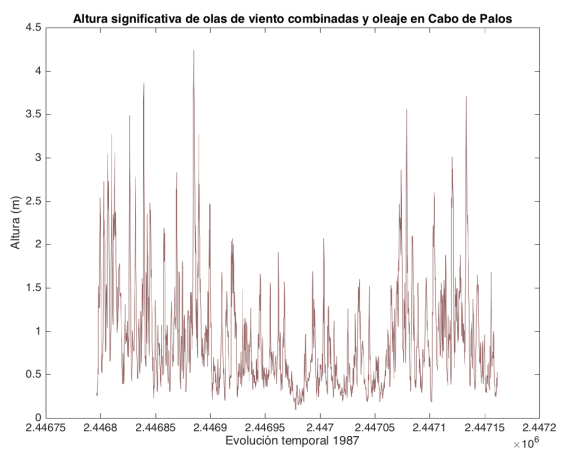
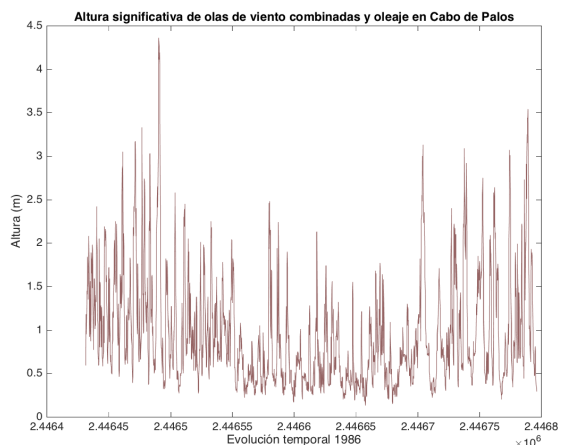
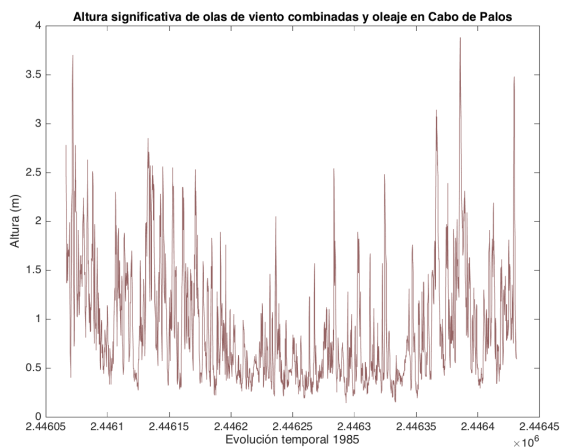
- Izaguirre, C., Mendez, F. J., Menendez, M., Luceño, A., & Losada, I. J. (2010). Extreme wave climate variability in southern Europe using satellite data. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C4). doi:10.1029/2009JC005802
- Lastra, J. A. S., Carmona, M. L., & Mendoza, S. L. (2008). Tendencias del cambio climático global y los eventos extremos asociados. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(3), 625-634.
- Lizano, M. A., & Lizano, O. G. (2010). Creación de escenarios de inundación en la Ciudad de Puntarenas ante el aumento del nivel del mar. *InterSedes*, 11(21). doi: 10.15517/ISUCR.V11I21.1010
- Lizárraga-Arciniega, R., Martínez-Díaz de León, A., Delgado-González, O., Torres, C. R., & Galindo-Bect, L. A. (2007). Alternancia de los ciclos de erosión/acreción de playa relacionados con el oleaje en Rosarito, Baja California, México. *Ciencias marinas*, 33(3), 259-269.
- Malanotte-Rizzoli, P. (2001). In Steele J. H. (Ed.), *Current systems in the mediterranean sea*. Oxford: Academic Press. doi:10.1016/B978-012374472-9.00375-1
- Marone, E., Camargo, R. D., & Salcedo-Castro, J. (2015). Communicating natural hazards: marine extreme events and the importance of variability and forecast errors. *Geological Society, London, Special Publications*, 419(1), 125-131. doi: 10.1144/SP419.17
- Mentaschi, L., Vousdoukas, M. I., Voukouvalas, E., Dosio, A., & Feyen, L. (2017). Global changes of extreme coastal wave energy fluxes triggered by intensified teleconnection patterns. *Geophysical Research Letters*, 44(5), 2416-2426. doi: 10.1002/2016GL072488
- Muis, S., Verlaan, M., Winsemius, H. C., Aerts, J. C., & Ward, P. J. (2016). A global reanalysis of storm surges and extreme sea levels. *Nature communications*, 7, 11969. doi:10.1038/ncomms11969
- Oliveira, M. A. S. G. C. (2017). Boulder deposits related to extreme marine events in the western coast of Portugal.
- RangelBuitrago, N., Anfuso, G., & Correa, I. (2012). 2.56. Obra de defensa costeras en el caribe colombiano ¿solución o problema?.
- Ray, G. C., & Gregg, W. P. (1991). Establishing biosphere reserves for coastal barrier ecosystems. *BioScience*, 41(5), 301-309. doi:10.2307/1311583
- Salat, J., Lavín, A., González Pola, C., Vélez, P., Sánchez, R., Vargas Yáñez, M., ... & Gomis, D. (2018). Variabilidad oceánica y cambios de nivel del mar alrededor de la península ibérica, Baleares y Canarias. doi:10.31978/639-18-002-5.07

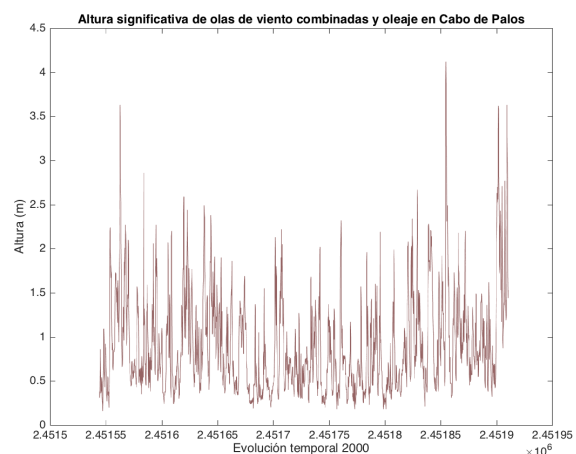
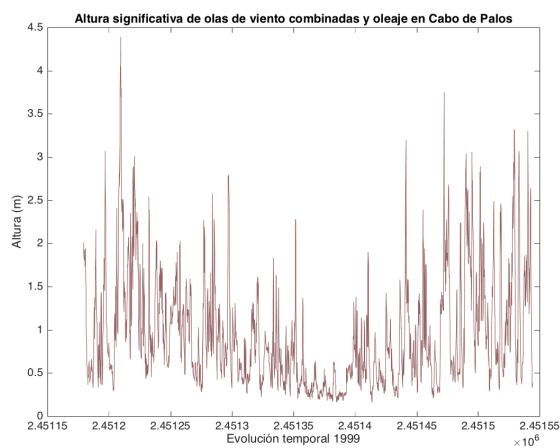
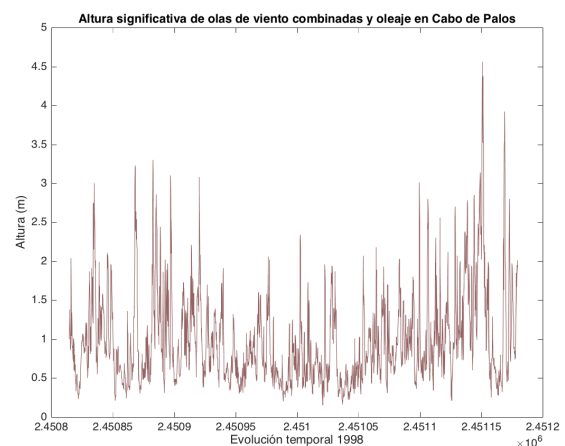
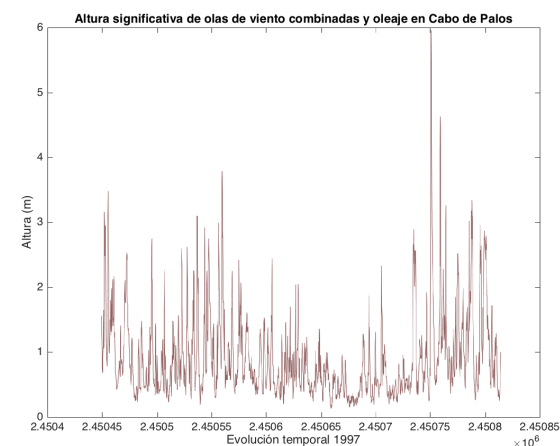
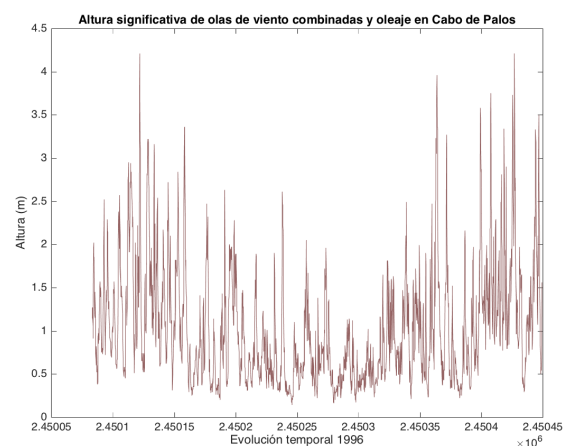
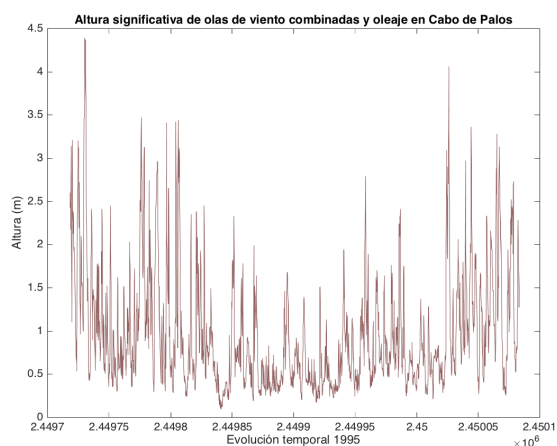
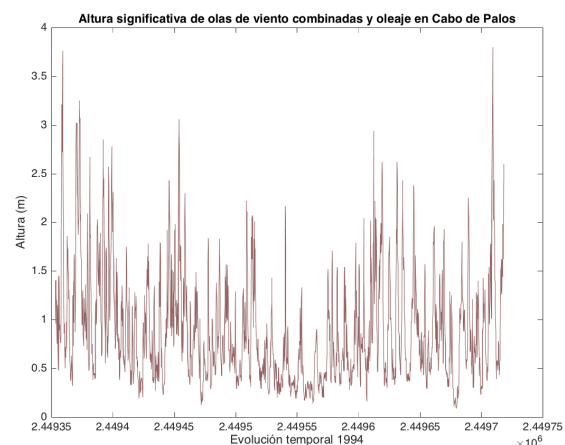
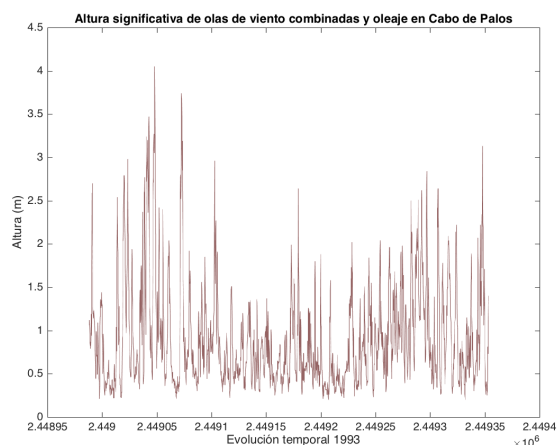
- Sallenger Jr, A. H., Krabill, W., Brock, J., Swift, R., Manizade, S., & Stockdon, H. (2002). Sea-cliff erosion as a function of beach changes and extreme wave runup during the 1997-1998 El Niño. *Marine Geology*, 187(3-4), 279-297. doi:10.1016/S0025-3227(02)00316-X
- Sartini, L., Besio, G., & Cassola, F. (2017). Spatio-temporal modelling of extreme wave heights in the Mediterranean Sea. *Ocean Modelling*, 117, 52-69. doi:10.1016/j.ocemod.2017.07.001
- Schnack, E., Pousa, J. L., & Isla, F. I. (1997). Olas, tormentas y playas. *Museo*.
- Shine, K. P., Fuglestedt, J. S., Hailemariam, K., & Stuber, N. (2005). Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. *Climatic Change*, 68(3), 281-302. doi:10.1007/s10584-005-1146-9
- Stockdon, H. F., Holman, R. A., Howd, P. A., & Sallenger Jr, A. H. (2006). Empirical parameterization of setup, swash, and runup. *Coastal engineering*, 53(7), 573-588.
- Sulisz, W., Paprota, M., & Reda, A. (2016). Olas gigantes en la parte sur del mar Báltico. *Ciencias marinas*, 42(2), 123-137. doi:10.1016/j.coastaleng.2005.12.005
- Titus, J. G. (1986). Greenhouse effect, sea level rise, and coastal zone management. *Coastal Management*, 14(3), 147-171. doi:10.1080/08920758609362000
- Van den Brink, H. W., Können, G. P., Opsteegh, J. D., Van Oldenborgh, G. J., & Burgers, G. (2005). Estimating return periods of extreme events from ECMWF seasonal forecast ensembles. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(10), 1345-1354. doi:10.1002/joc.1155
- Vousdoukas, M. I., Mentaschi, L., Voukouvalas, E., Verlaan, M., & Feyen, L. (2017). Extreme sea levels on the rise along Europe's coasts. *Earth's Future*, 5(3), 304-323. doi:10.1002/2016EF000505
- Wernberg, T., Smale, D. A., Tuya, F., Thomsen, M. S., Langlois, T. J., De Bettignies, T., ... & Rousseaux, C. S. (2013). An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot. *Nature Climate Change*, 3(1), 78. doi:10.1038/nclimate1627
- Wang, X. L., Swail, V. R., Zwiers, F. W., Zhang, X., & Feng, Y. (2009). Detection of external influence on trends of atmospheric storminess and northern oceans wave heights. *Climate Dynamics*, 32(2-3), 189-203. doi:10.1007/s00382-008-0442-2
- Young, I. R., Zieger, S., & Babanin, A. V. (2011). Global trends in wind speed and wave height. *Science*, 332(6028), 451-455. doi:10.1126/science.1197219

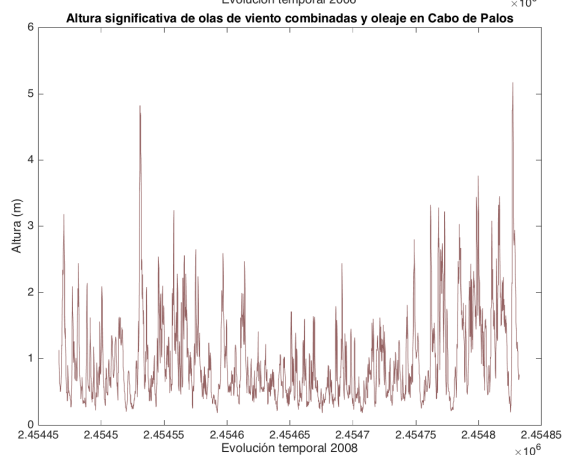
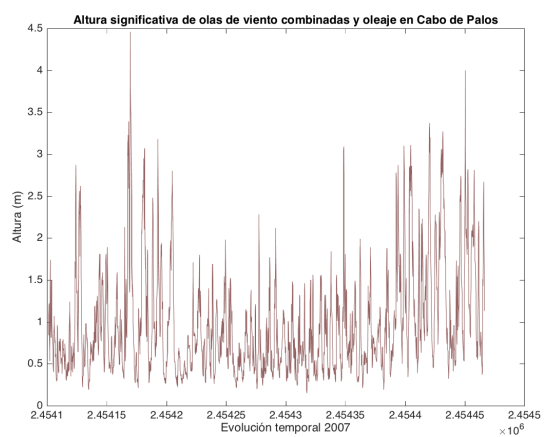
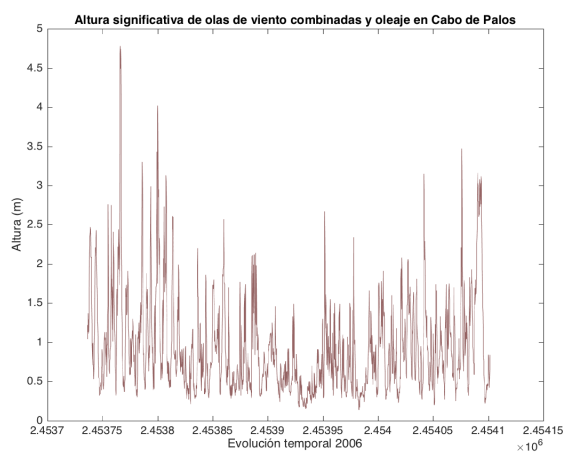
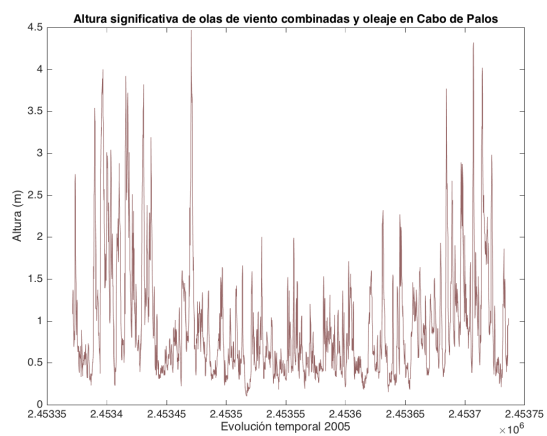
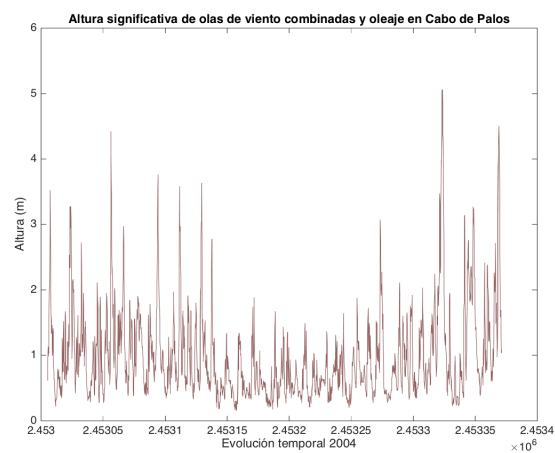
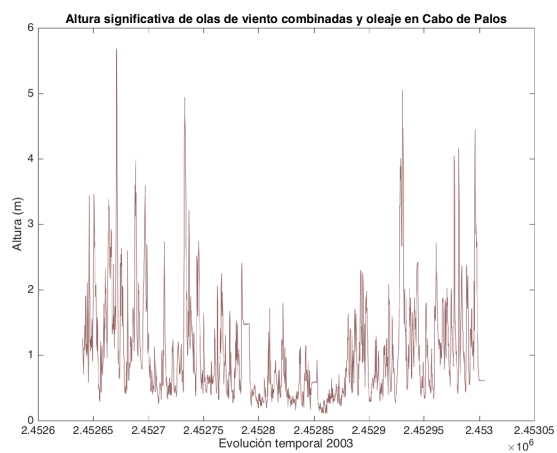
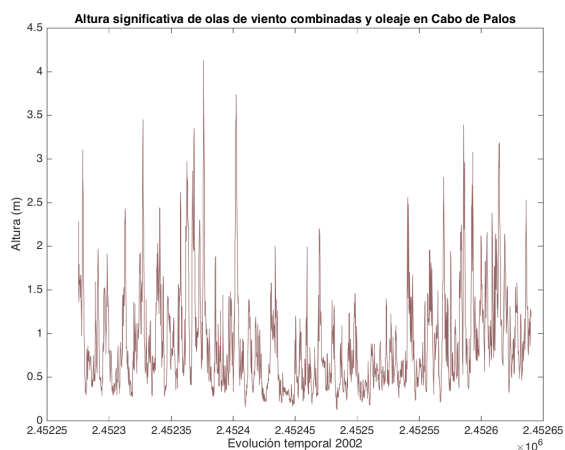
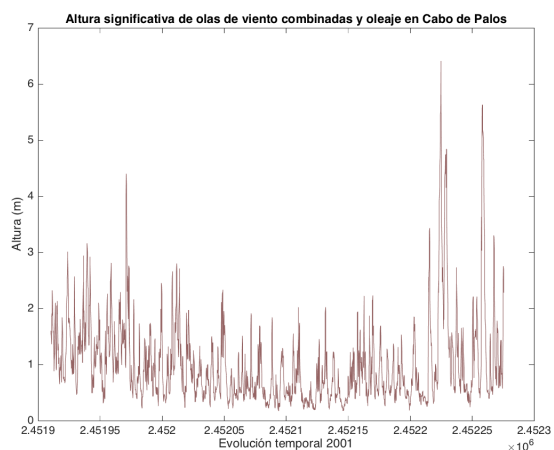
Young, I. R., Vinoth, J., Zieger, S., & Babanin, A. V. (2012). Investigation of trends in extreme value wave height and wind speed. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 117(C11). doi:10.1029/2011JC007753, 2012

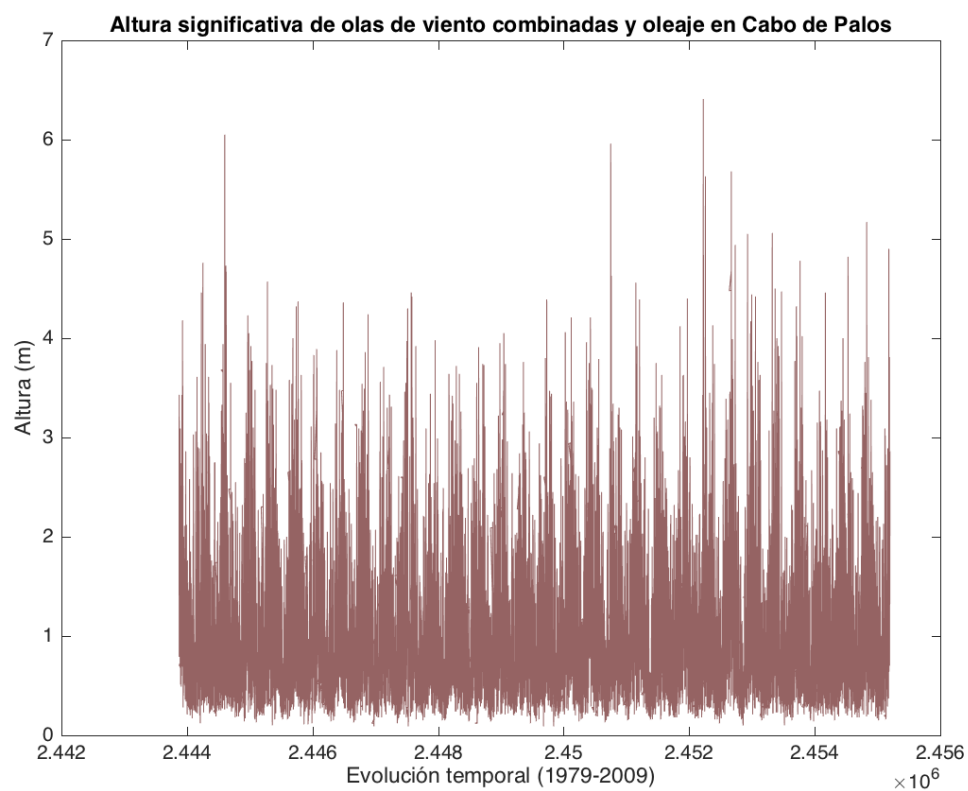
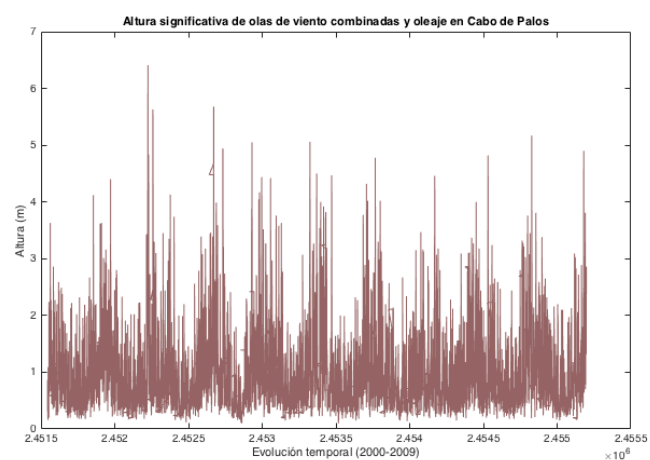
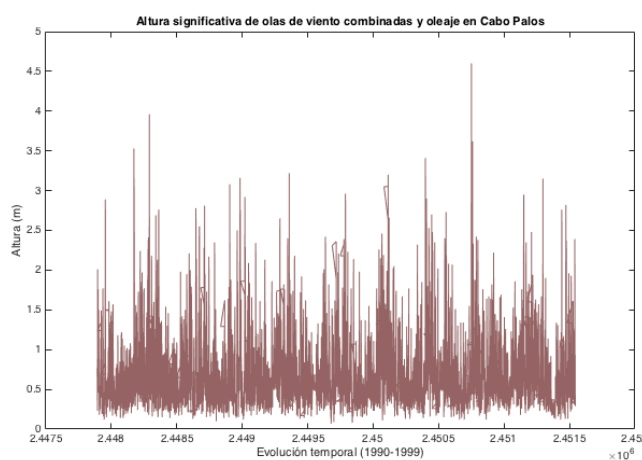
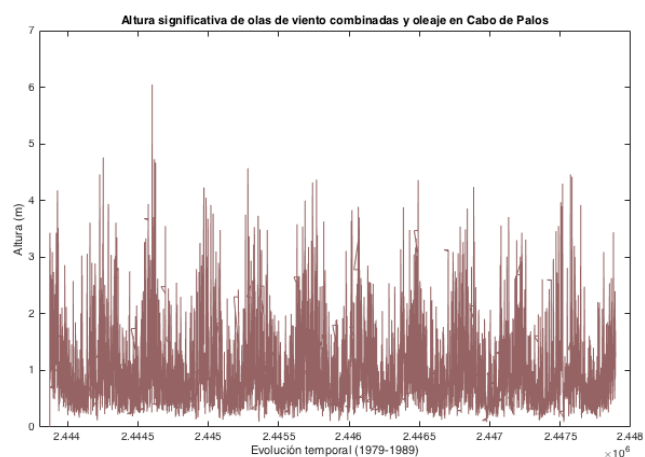
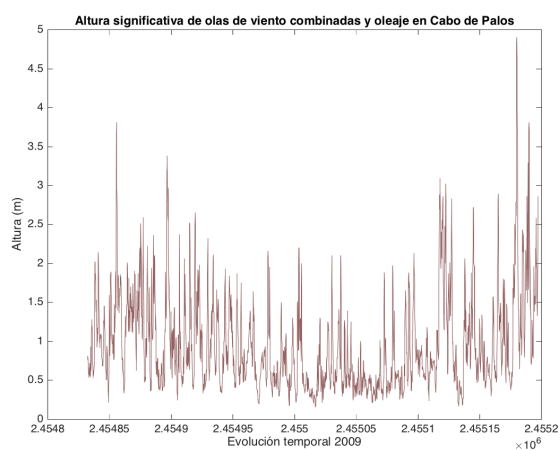
Anexo I: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Cabo de Palos:



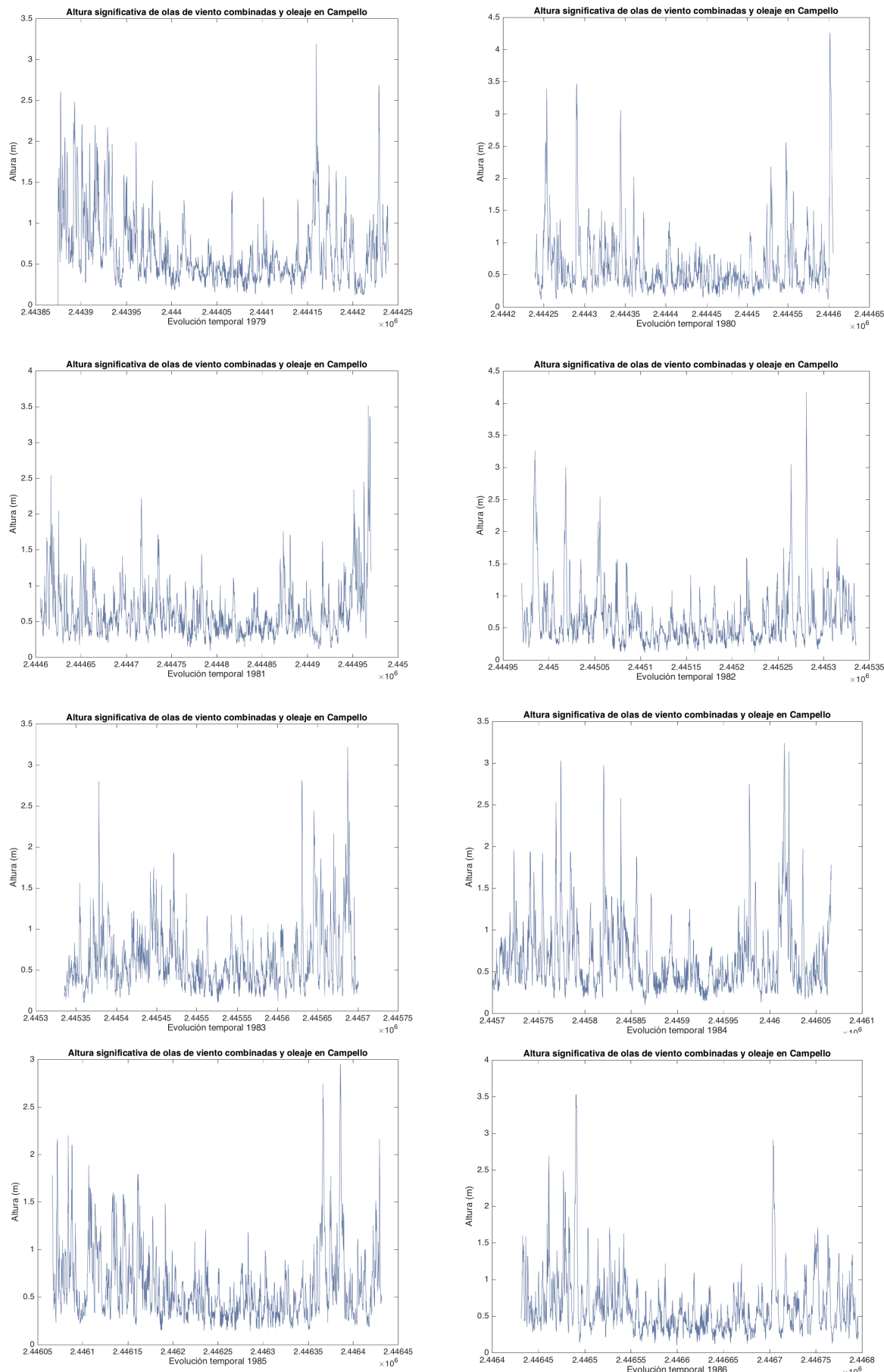


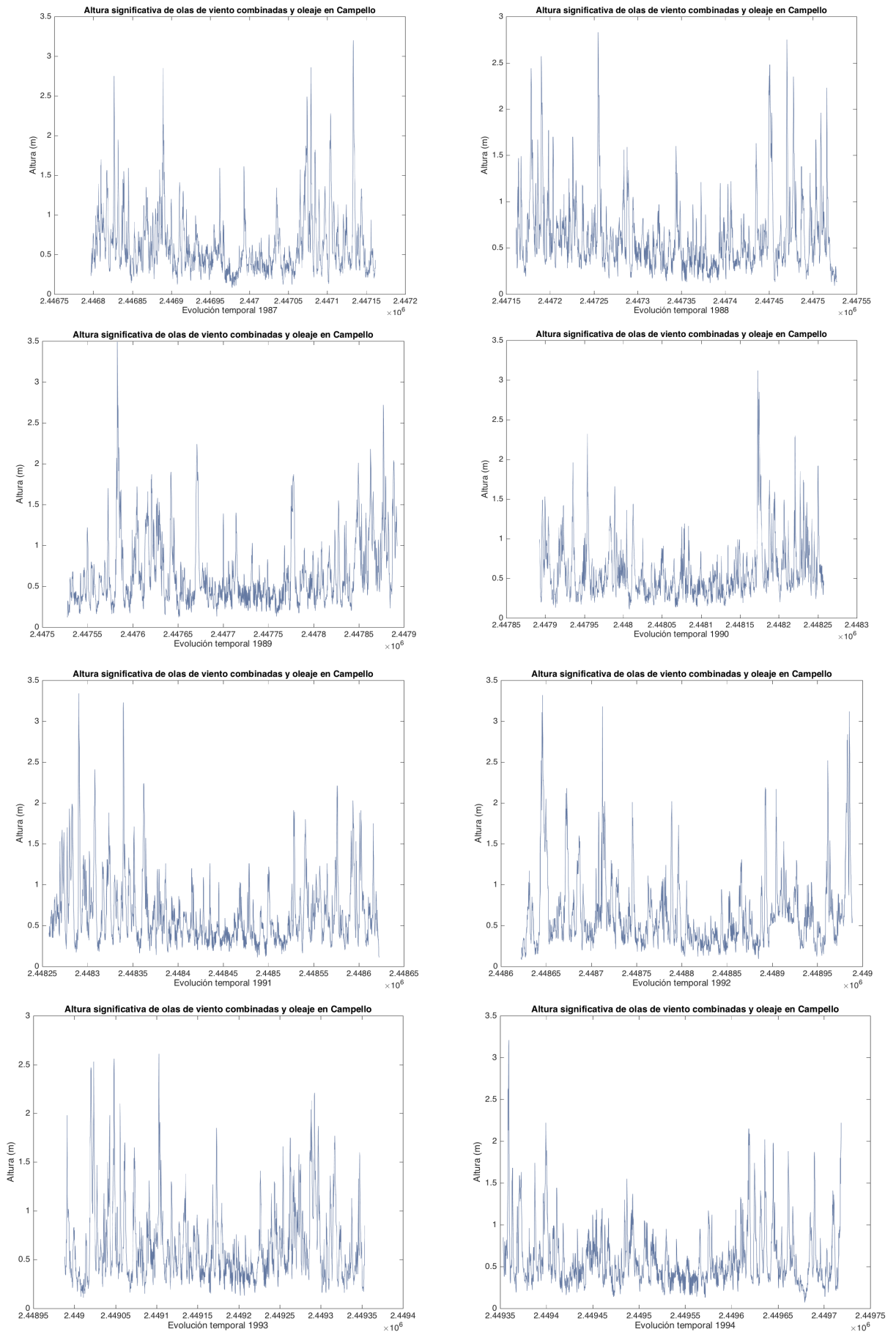


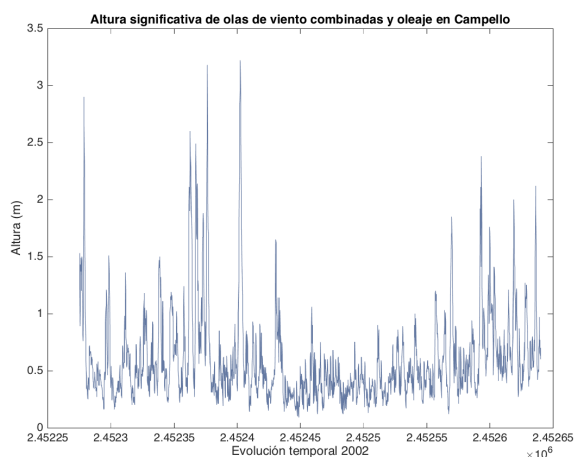
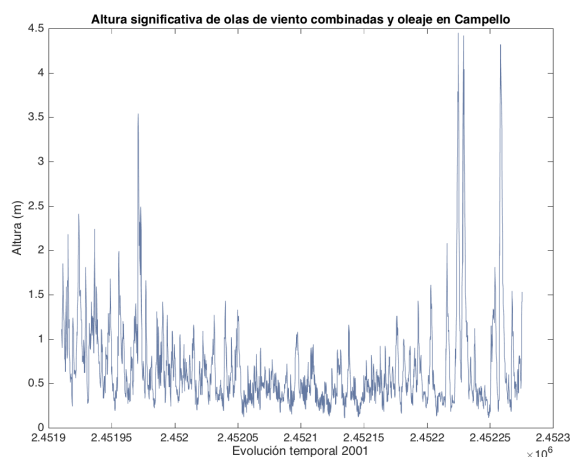
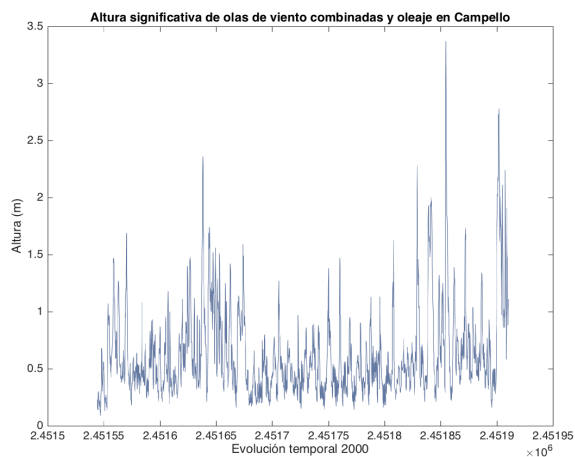
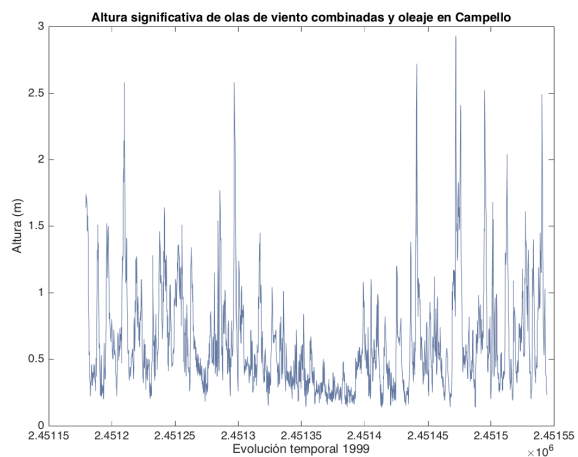
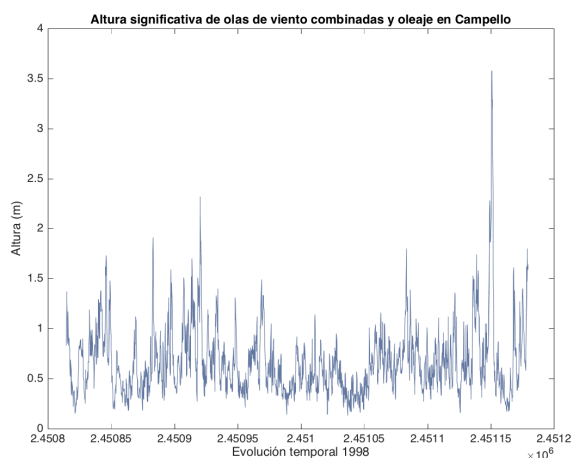
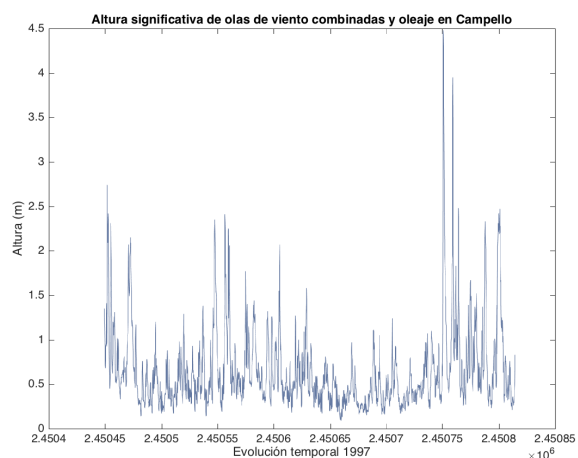
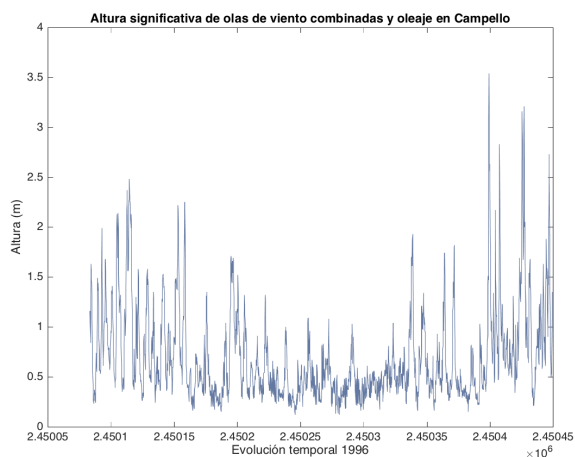
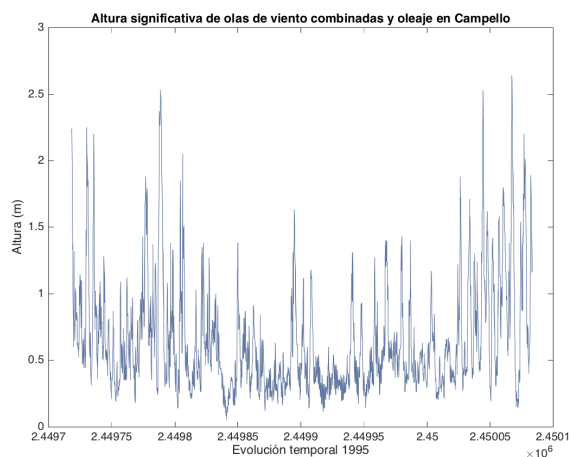


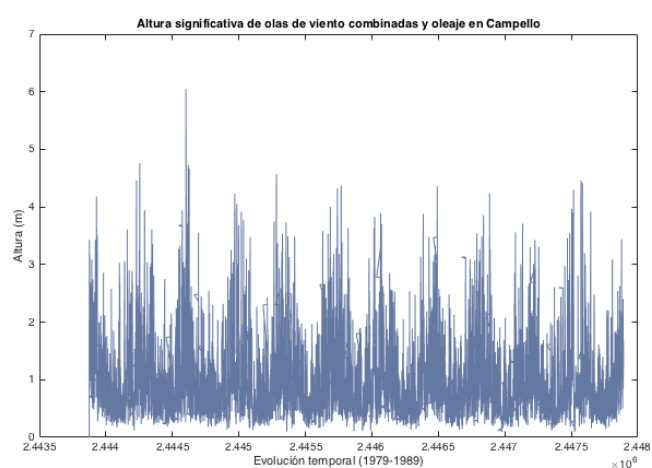
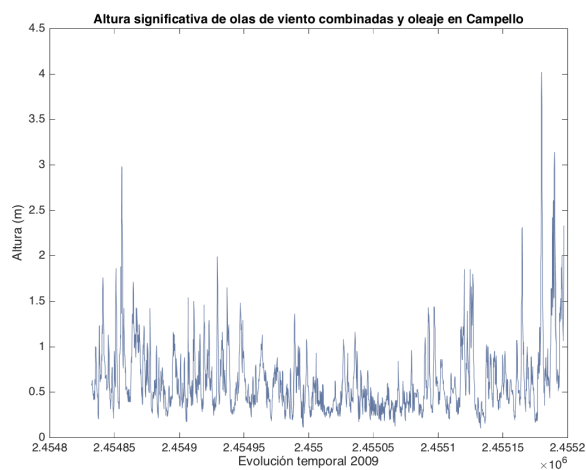
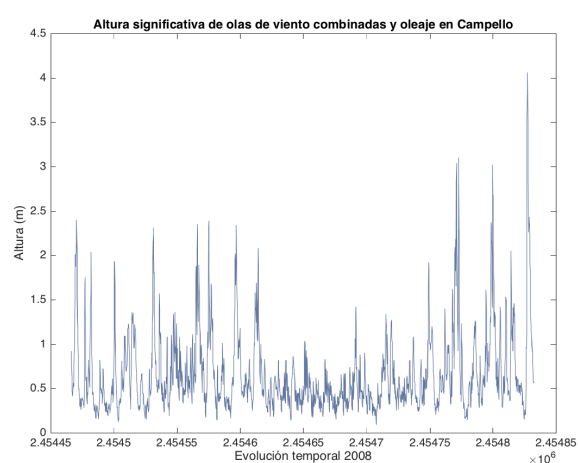
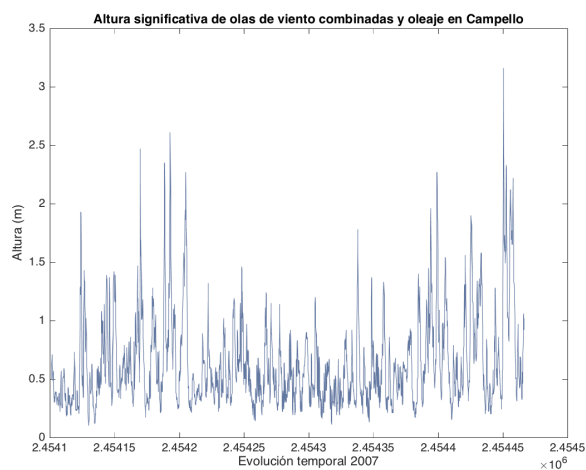
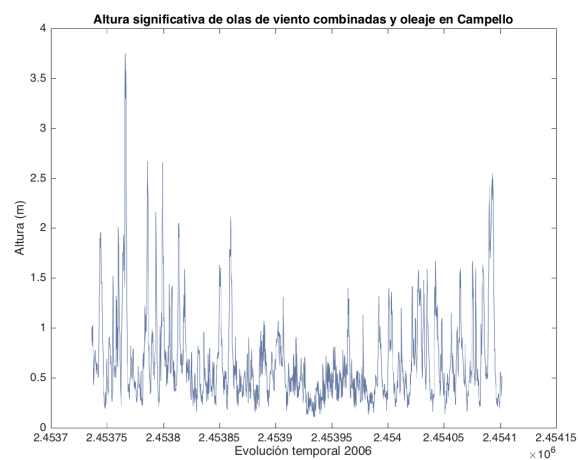
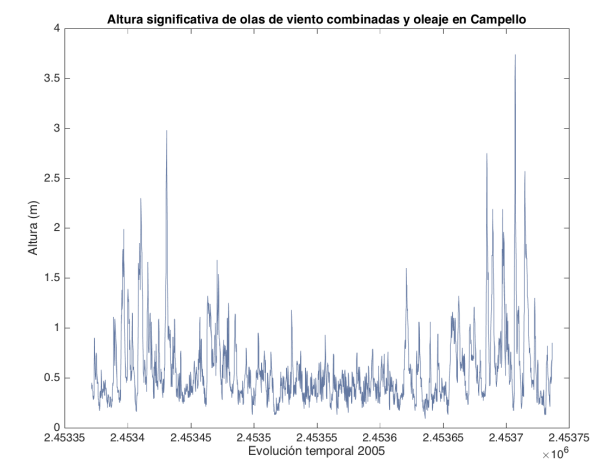
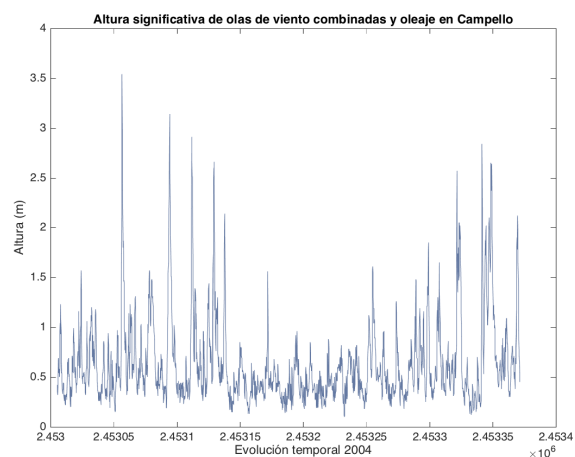
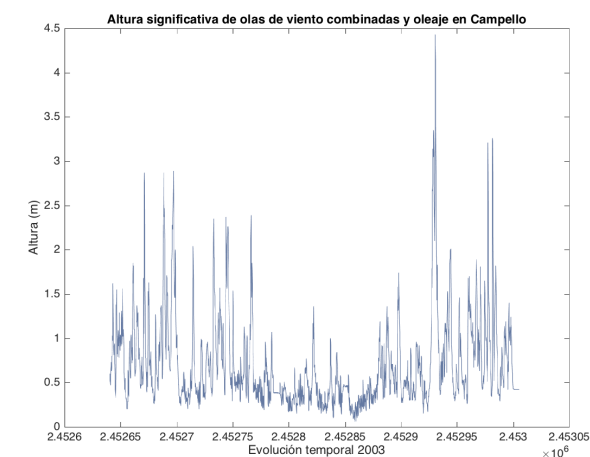


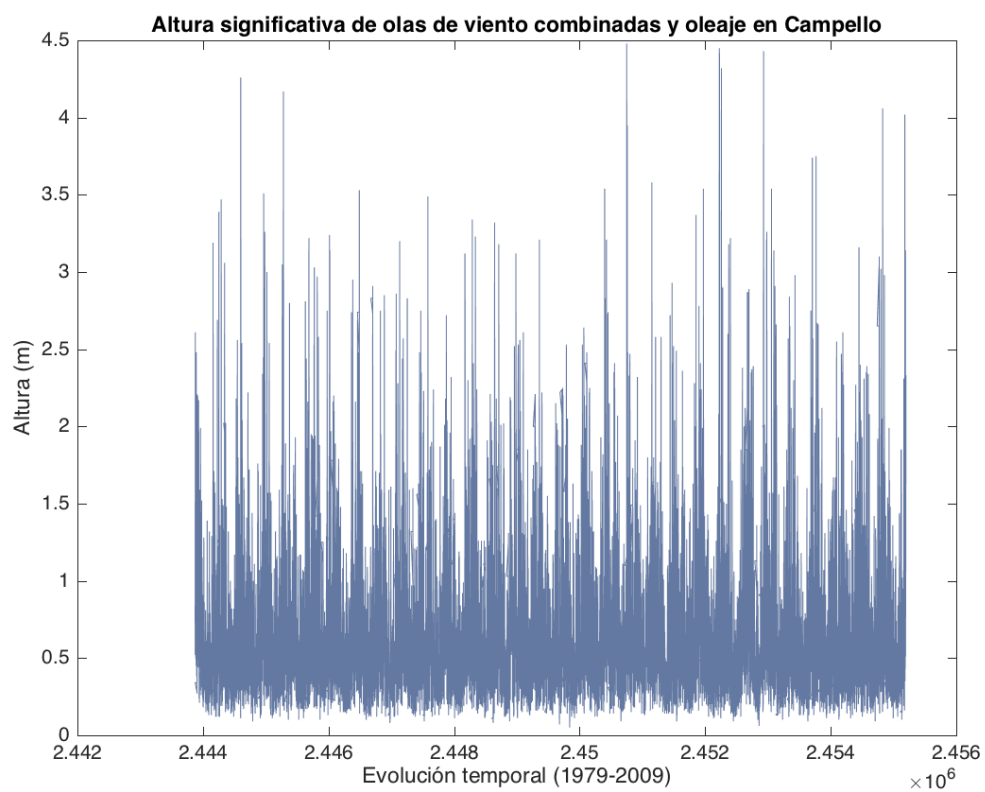
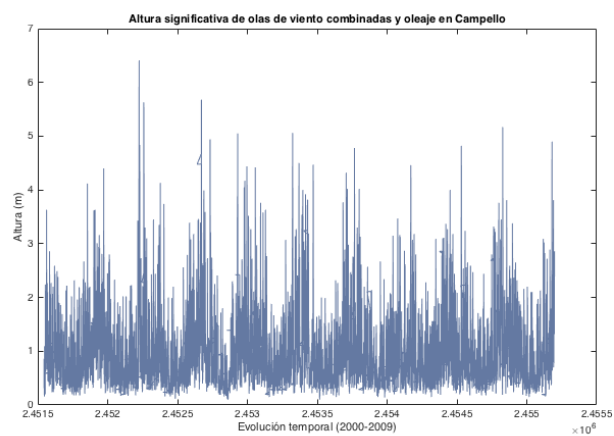
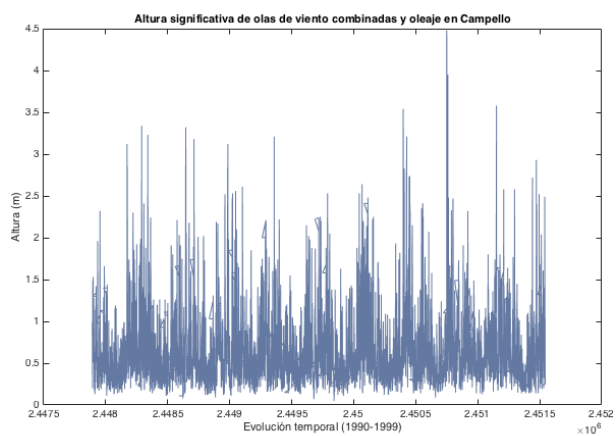
Anexo II: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Campello:



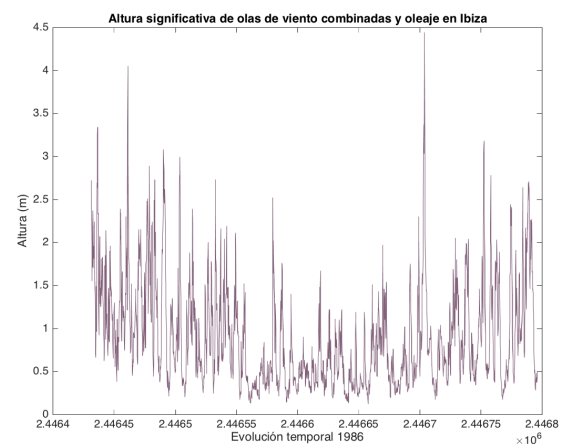
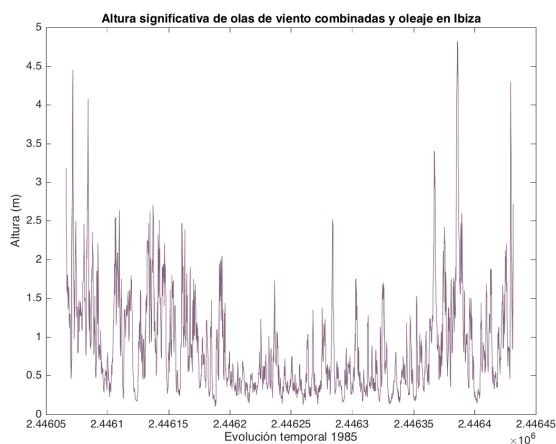
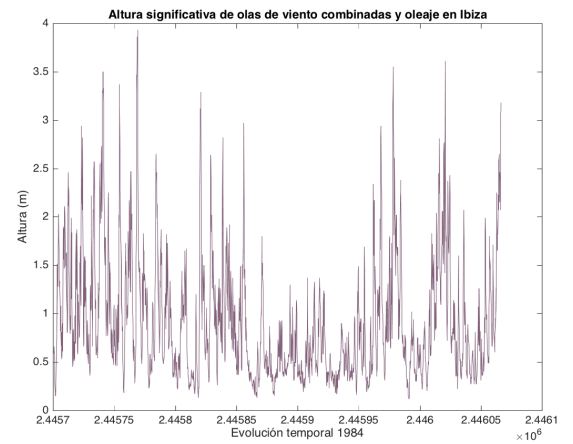
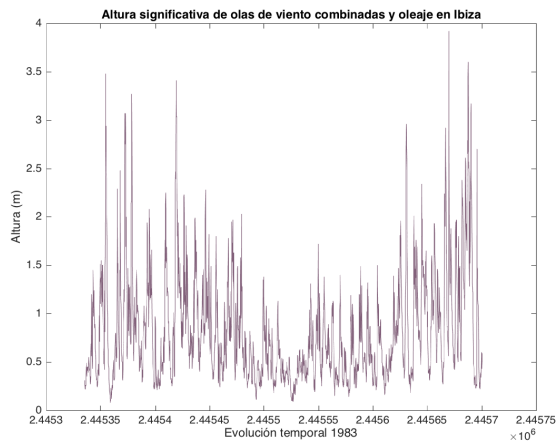
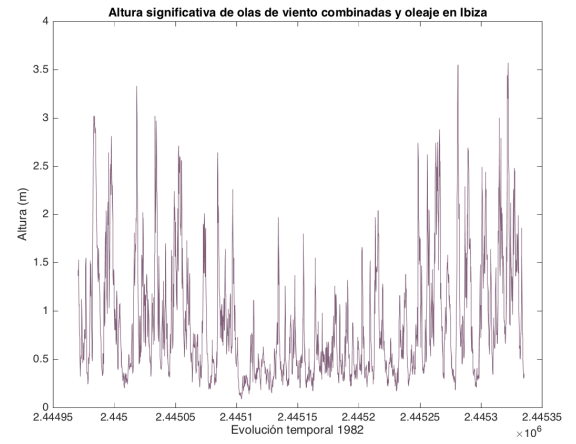
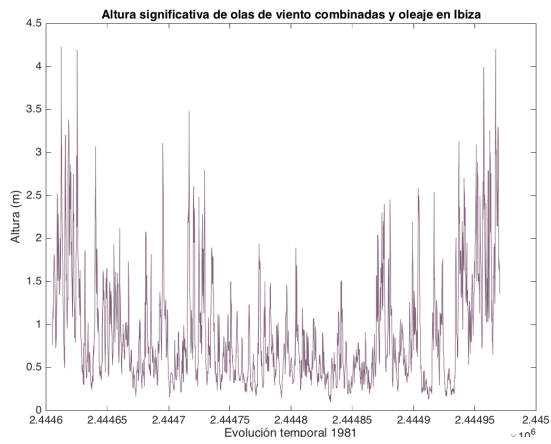
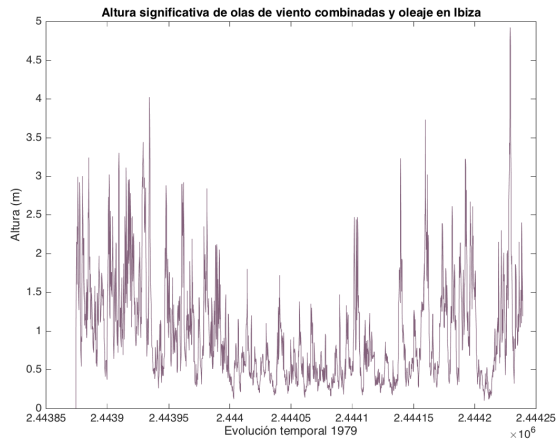


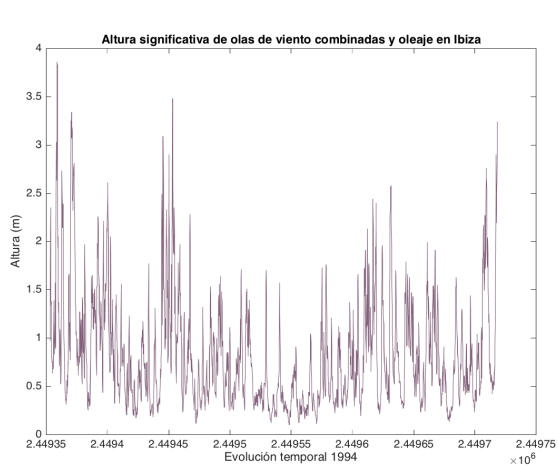
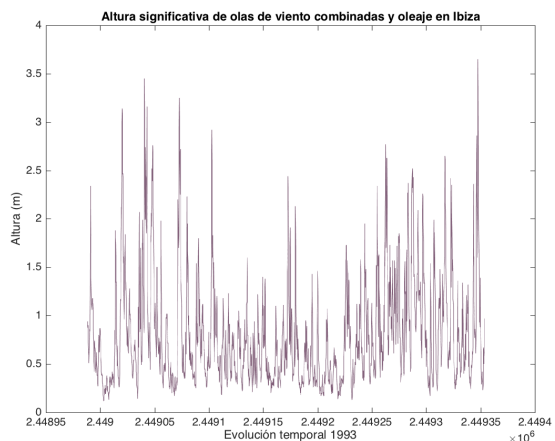
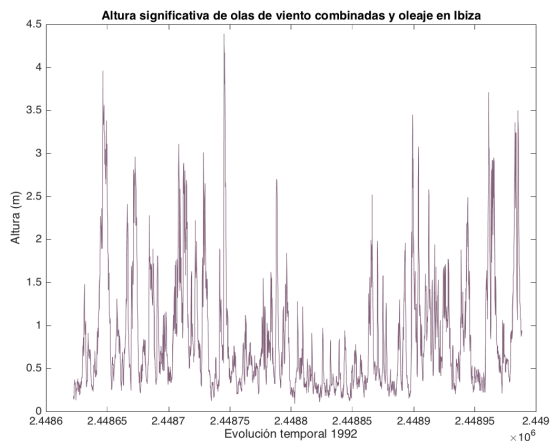
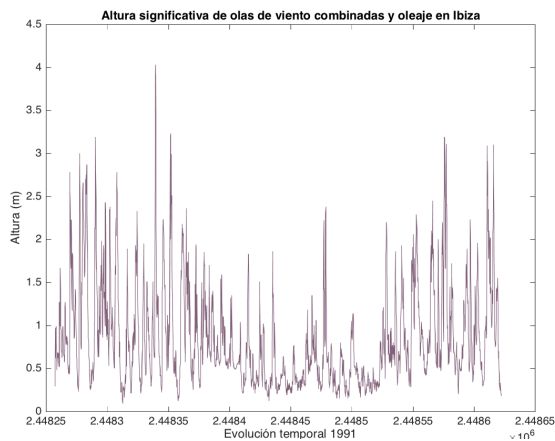
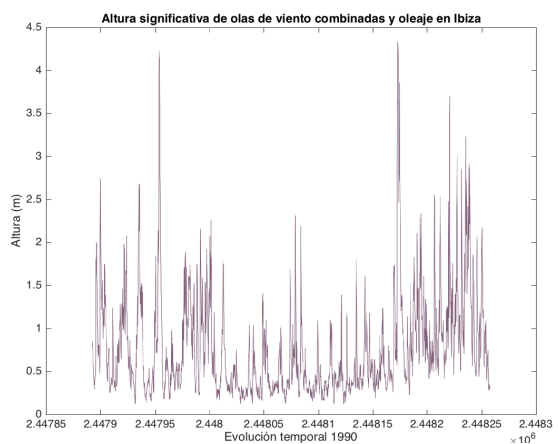
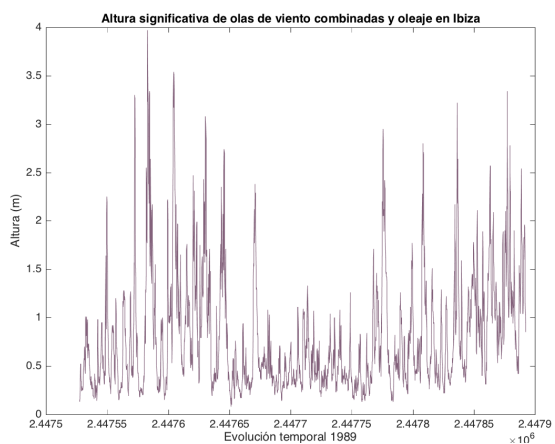
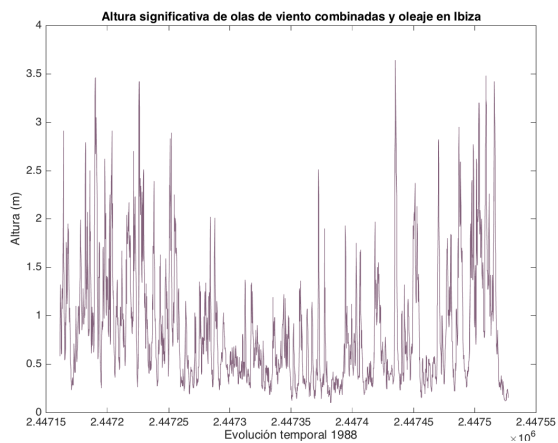
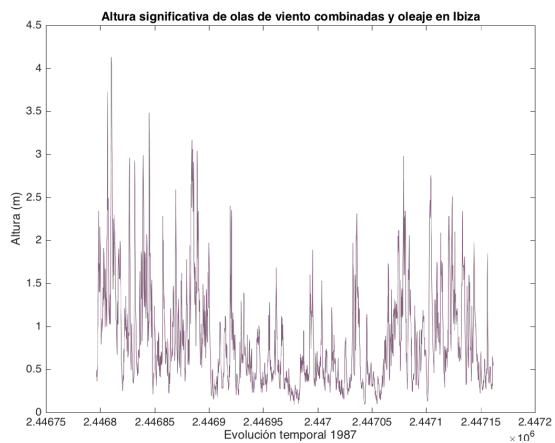


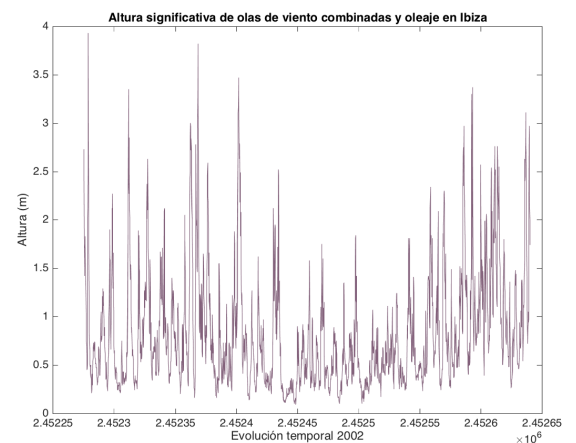
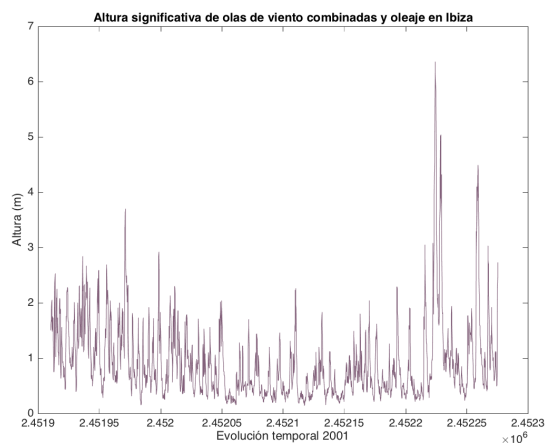
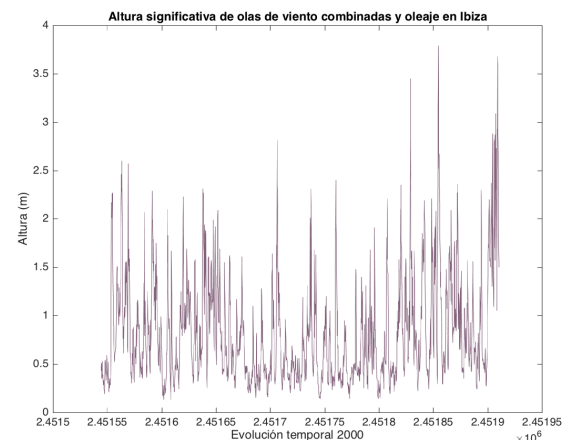
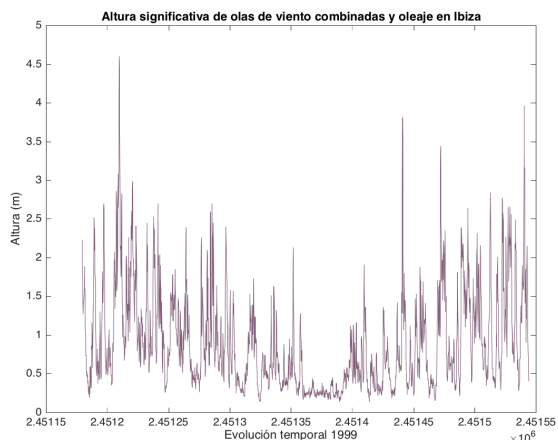
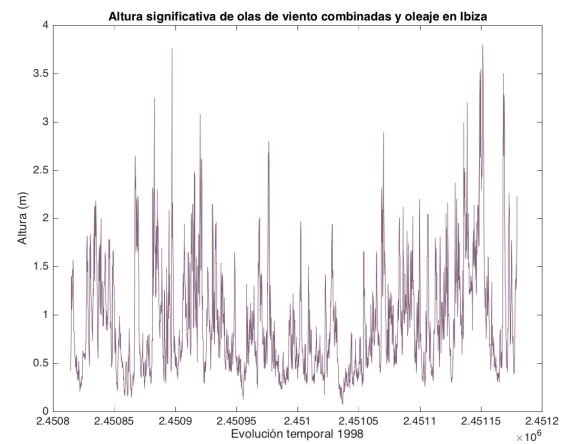
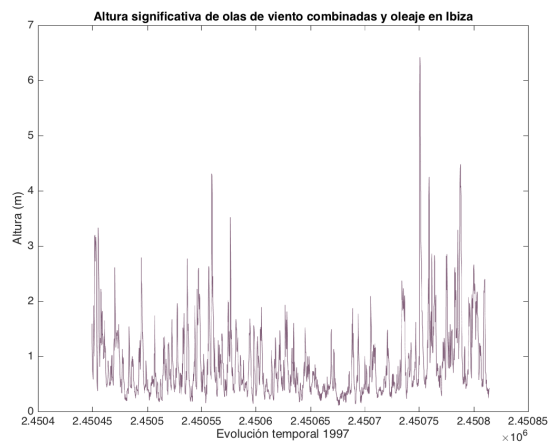
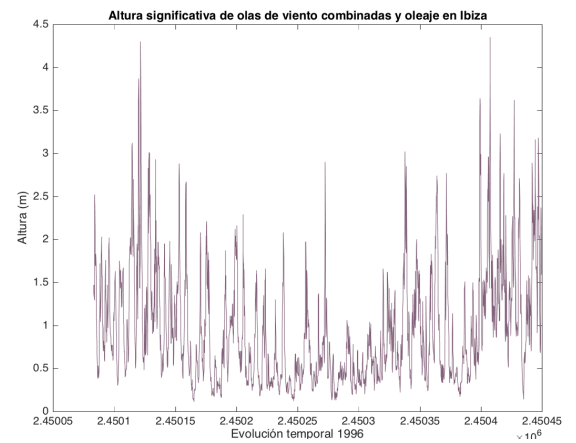
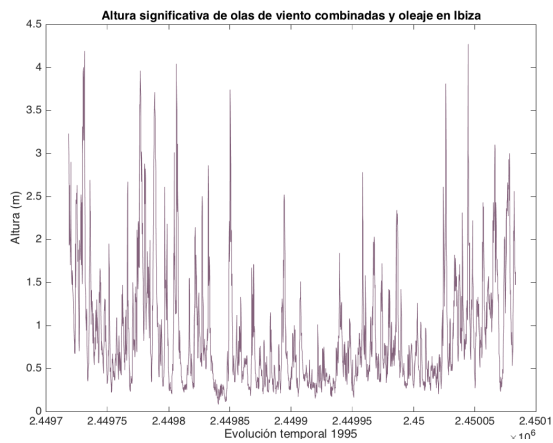


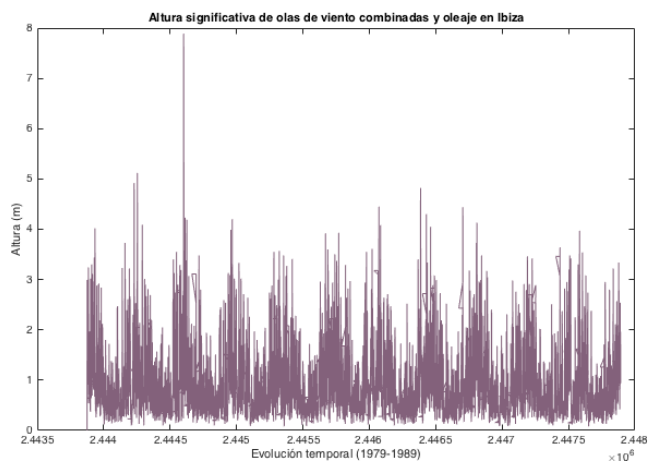
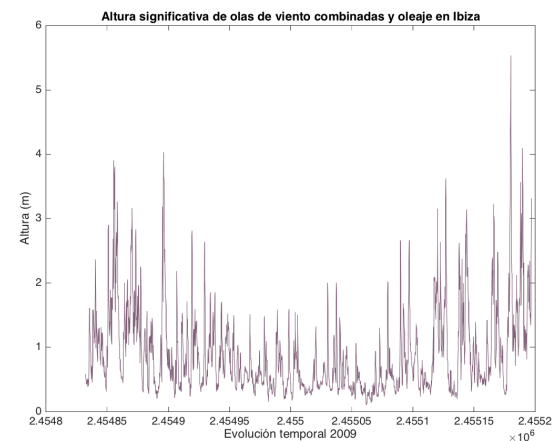
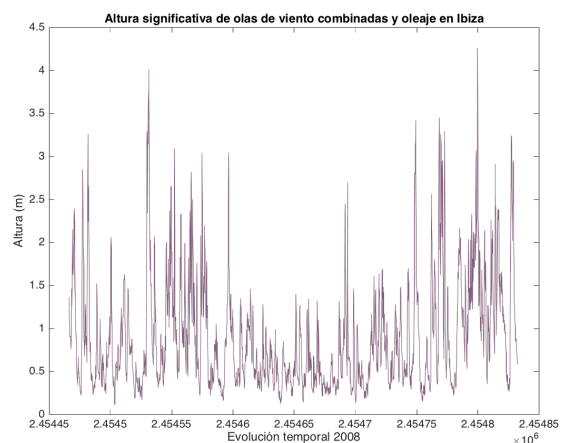
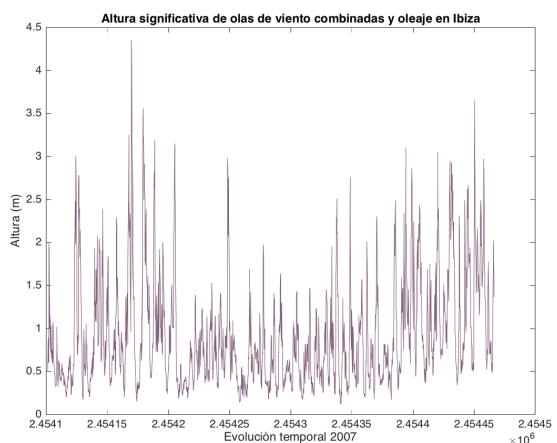
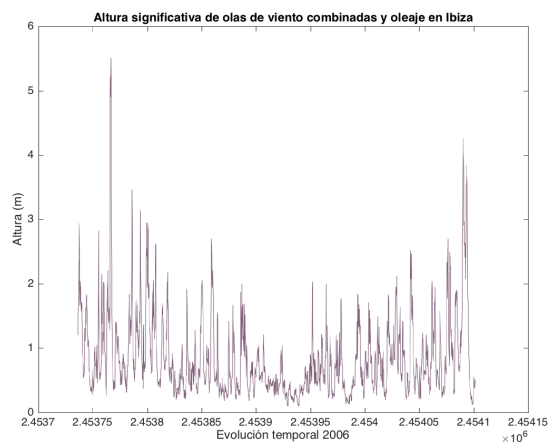
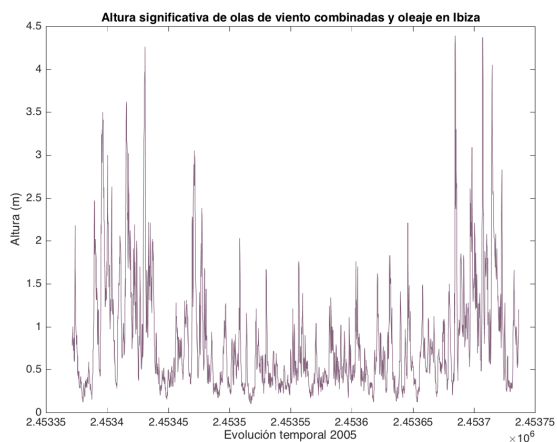
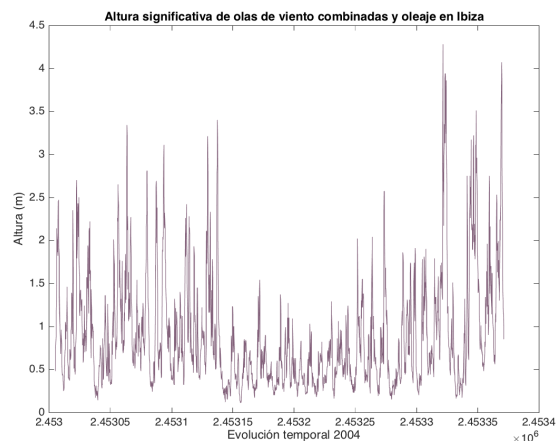
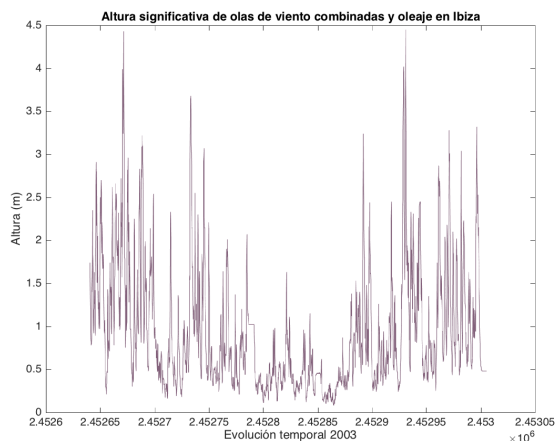


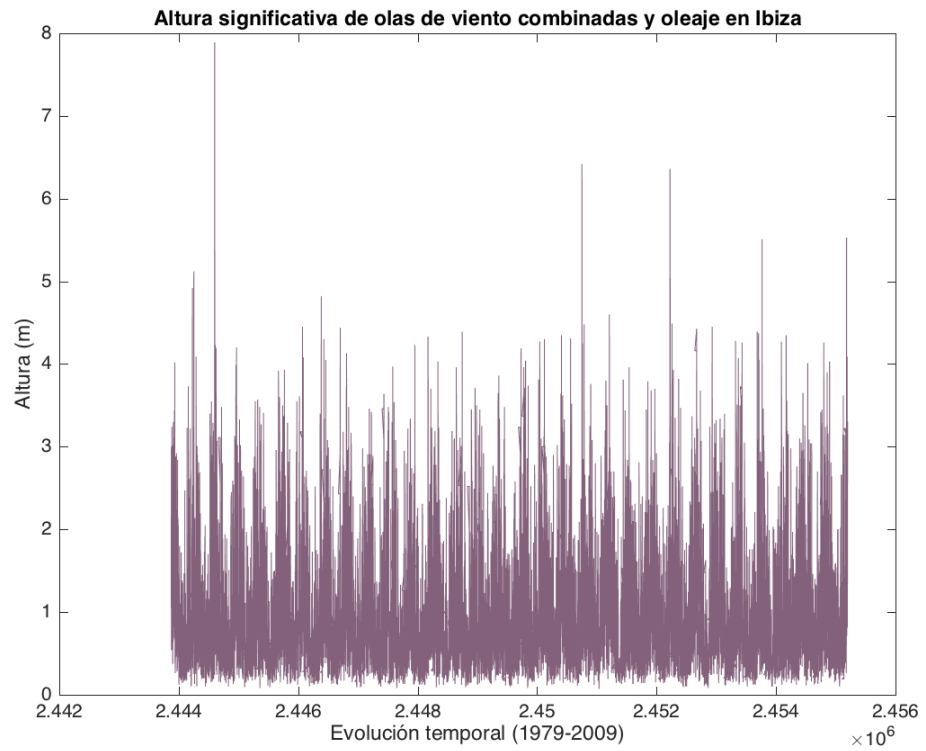
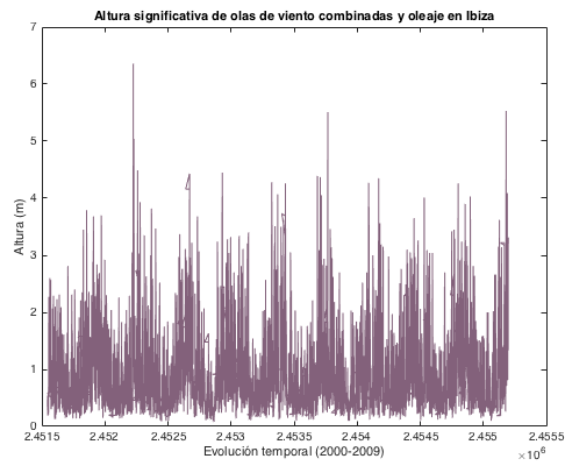
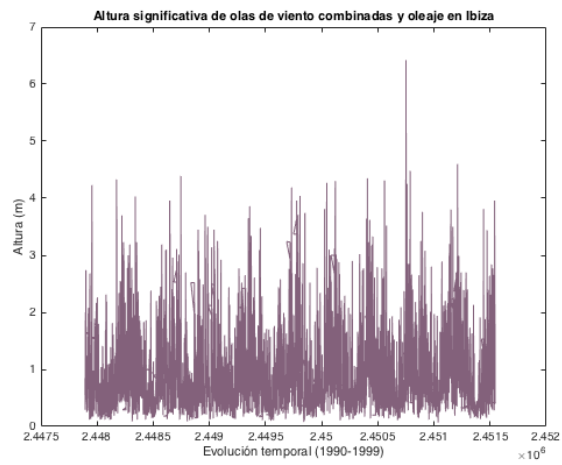
Anexo III: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Ibiza:



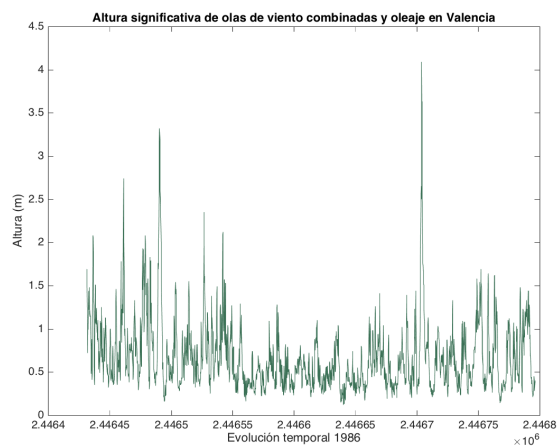
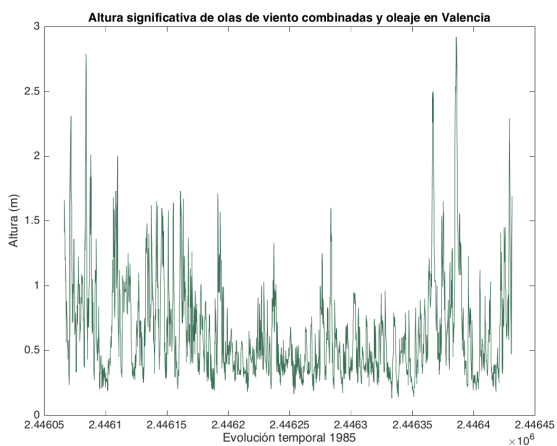
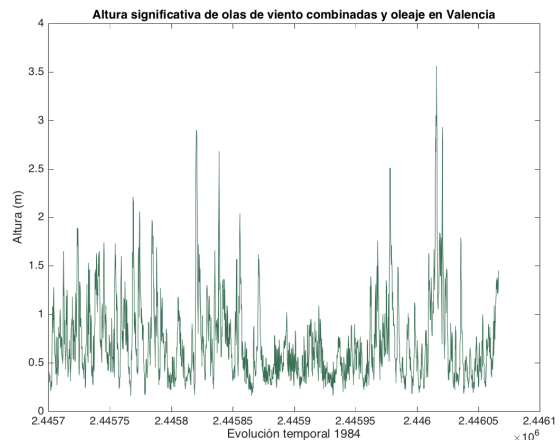
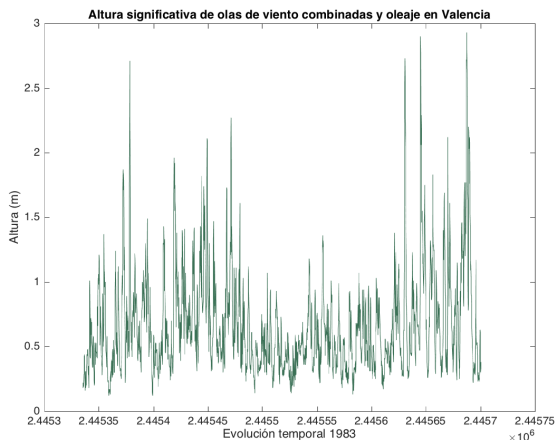
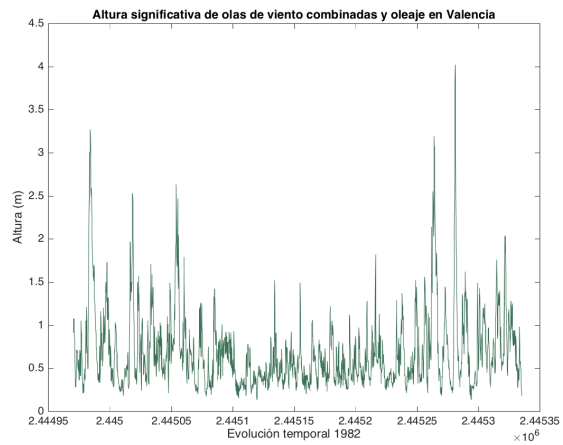
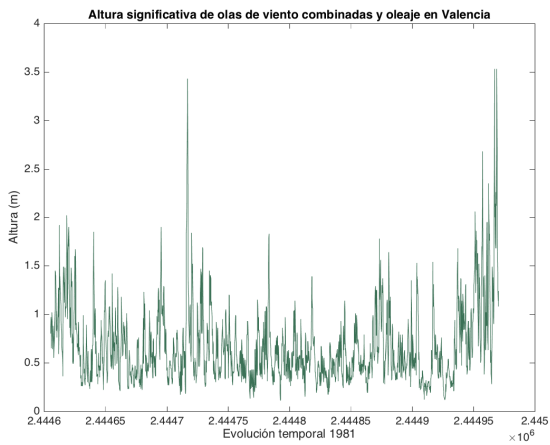
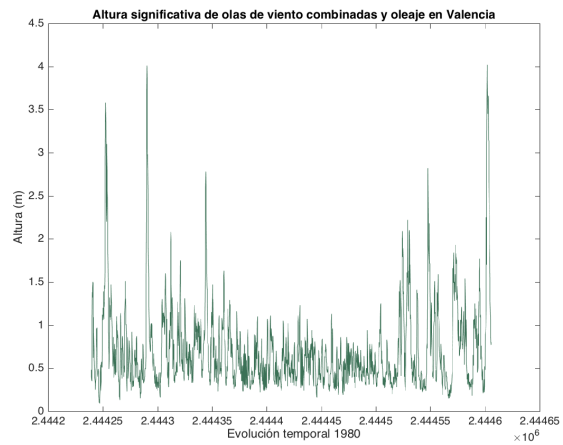
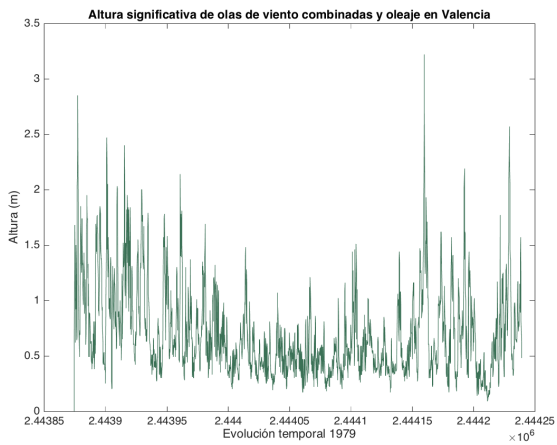


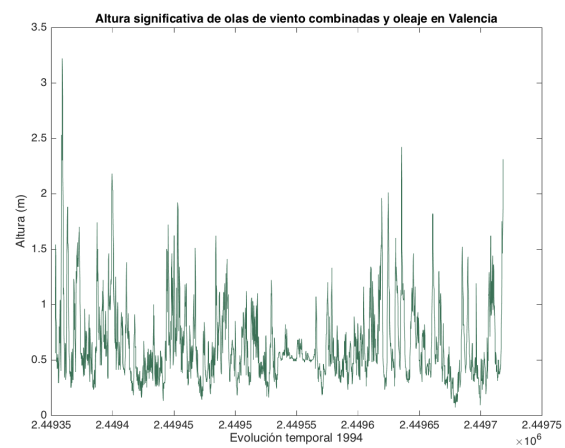
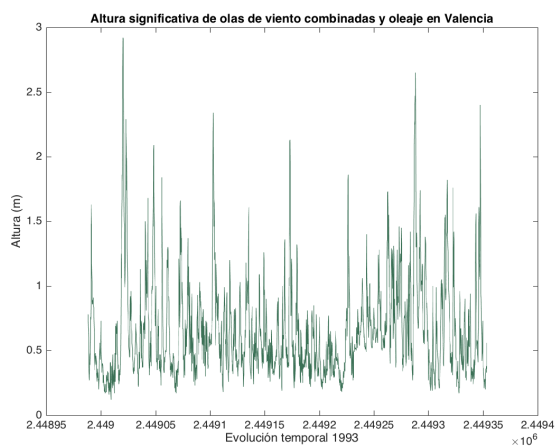
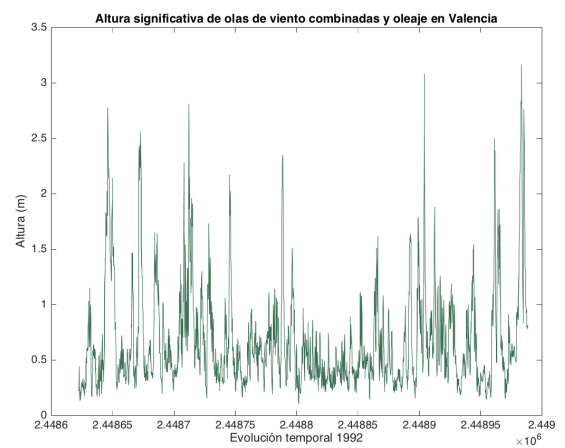
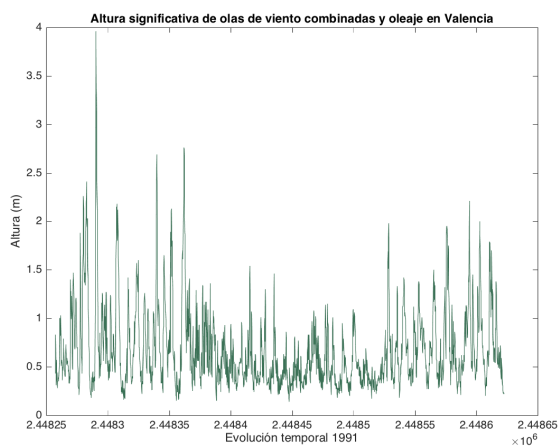
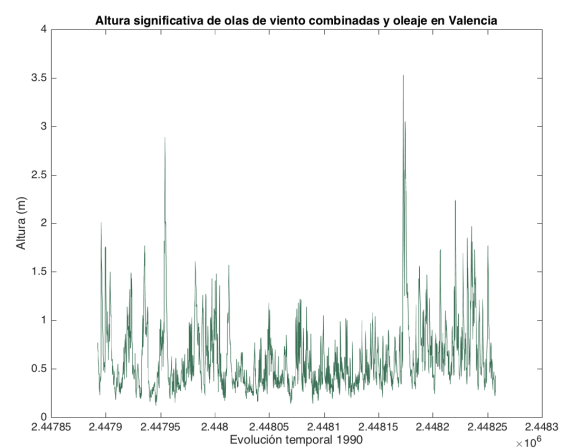
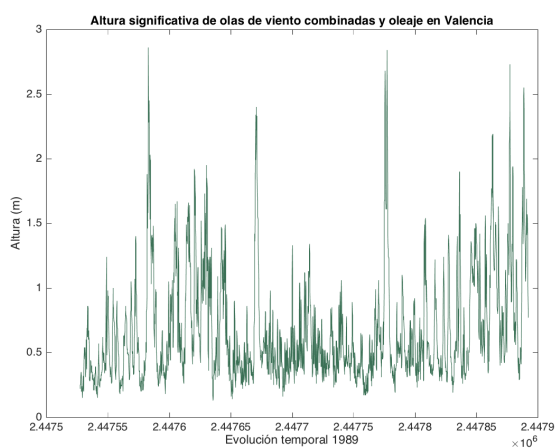
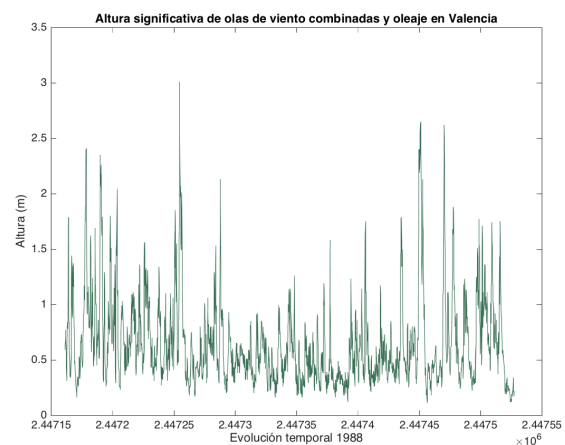
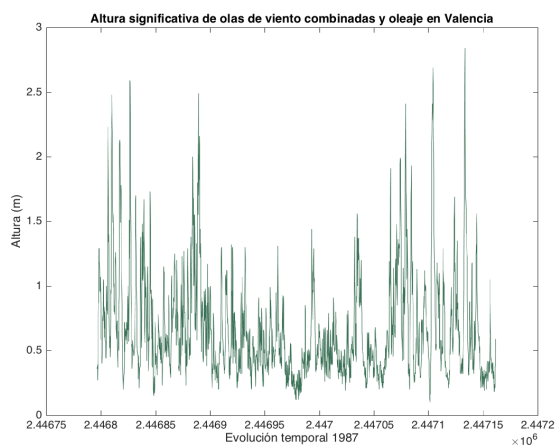


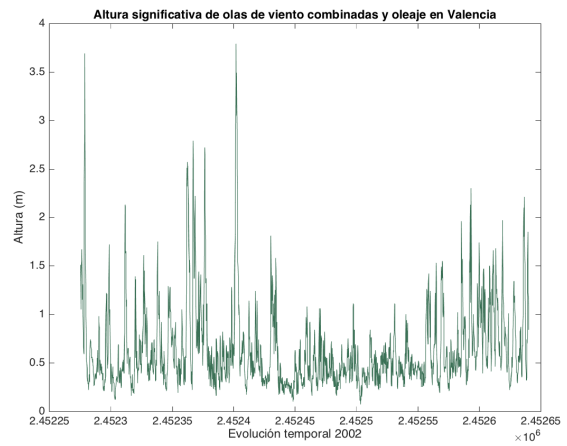
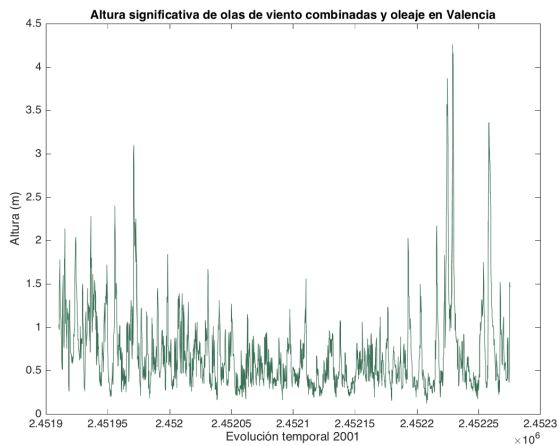
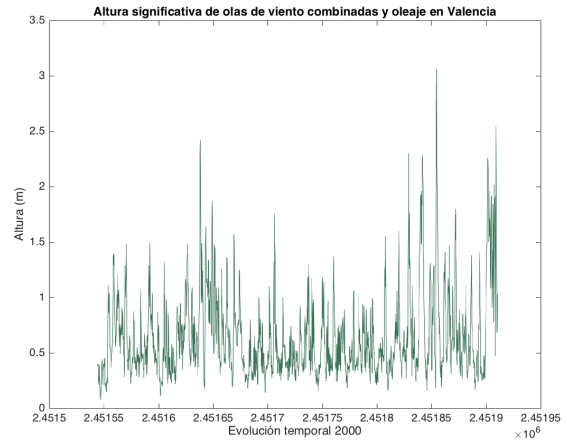
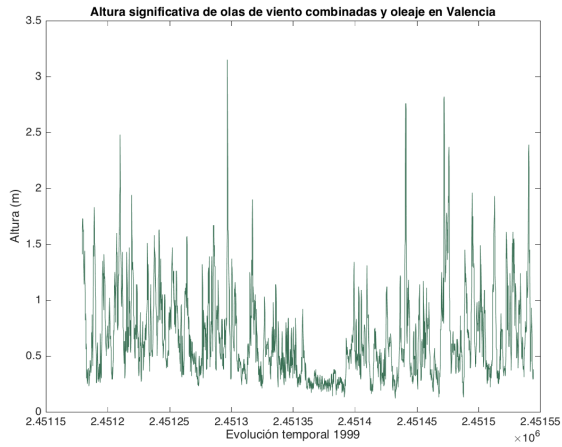
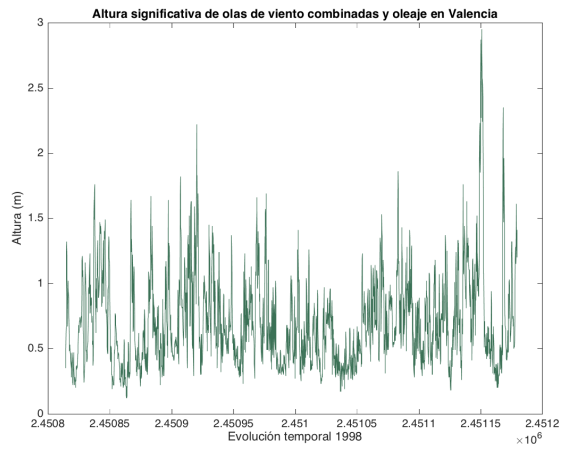
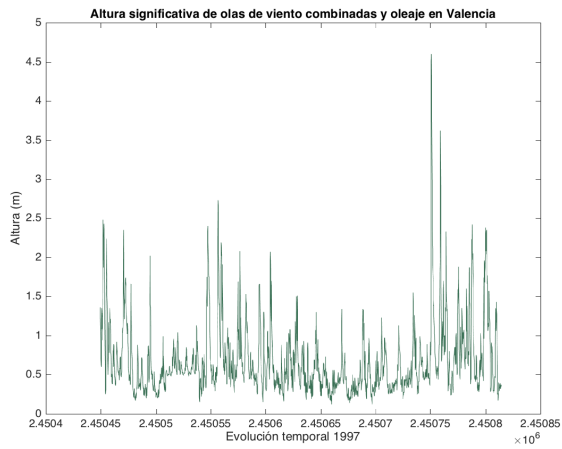
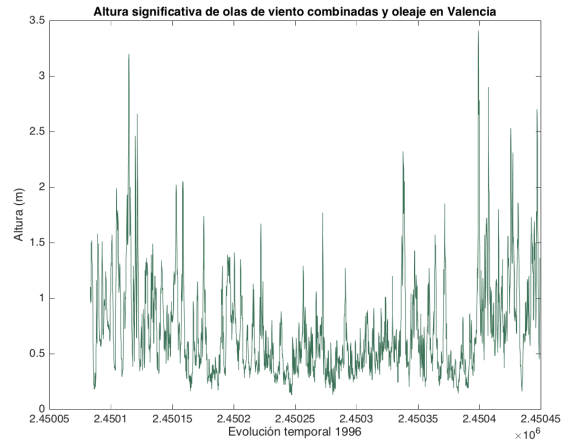
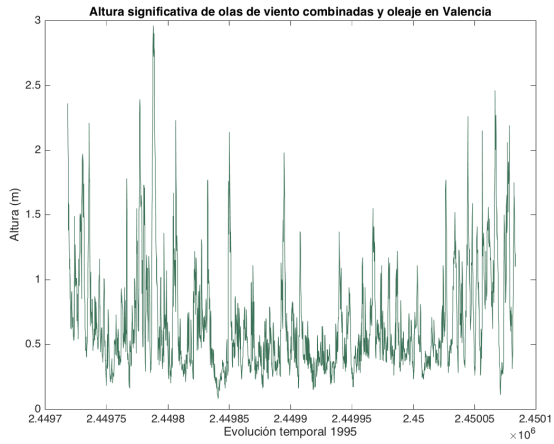


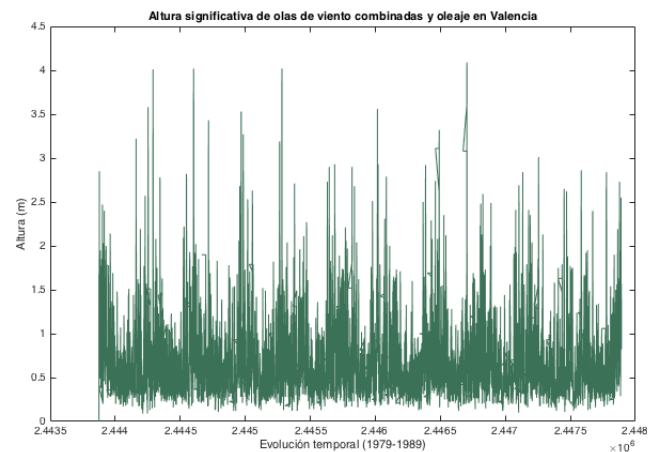
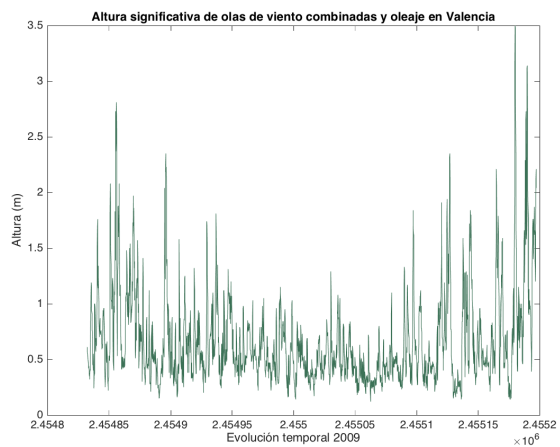
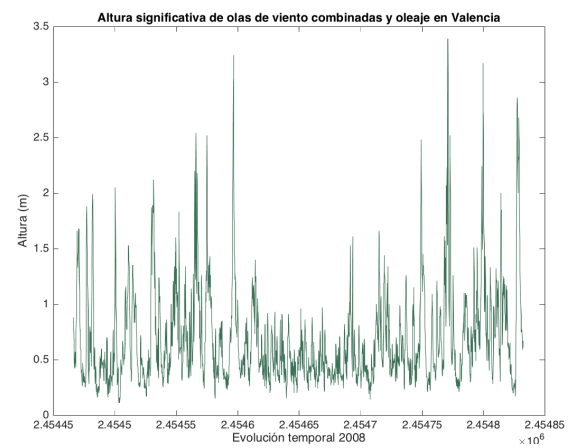
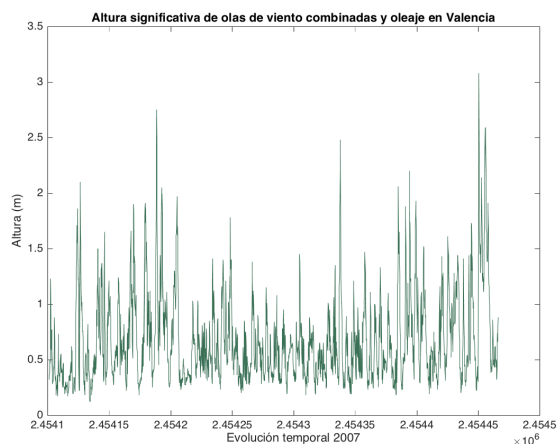
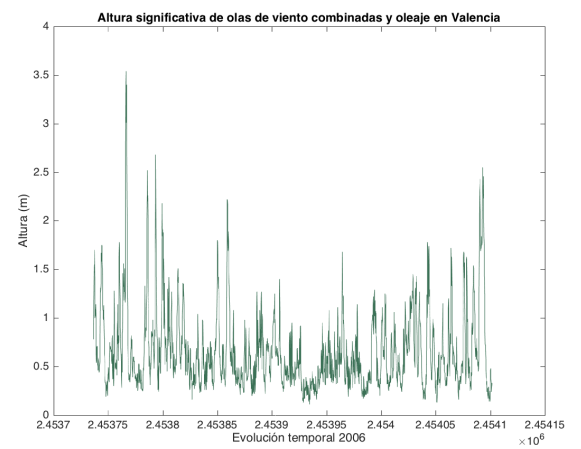
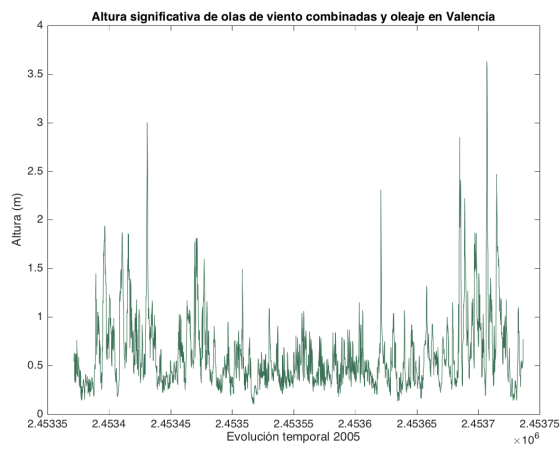
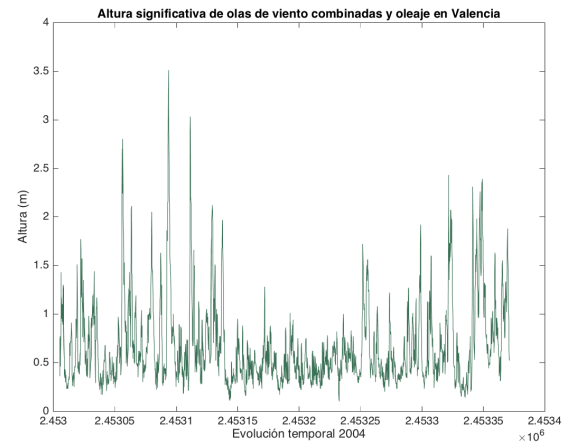
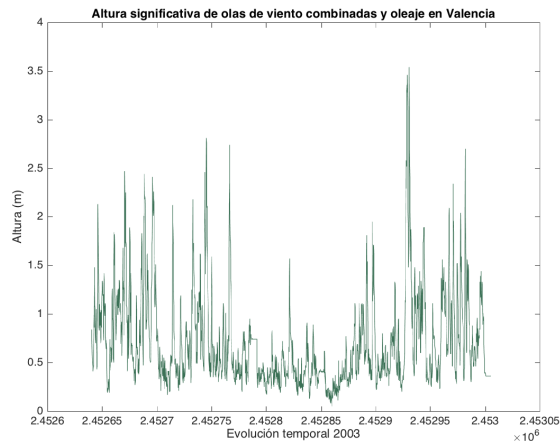


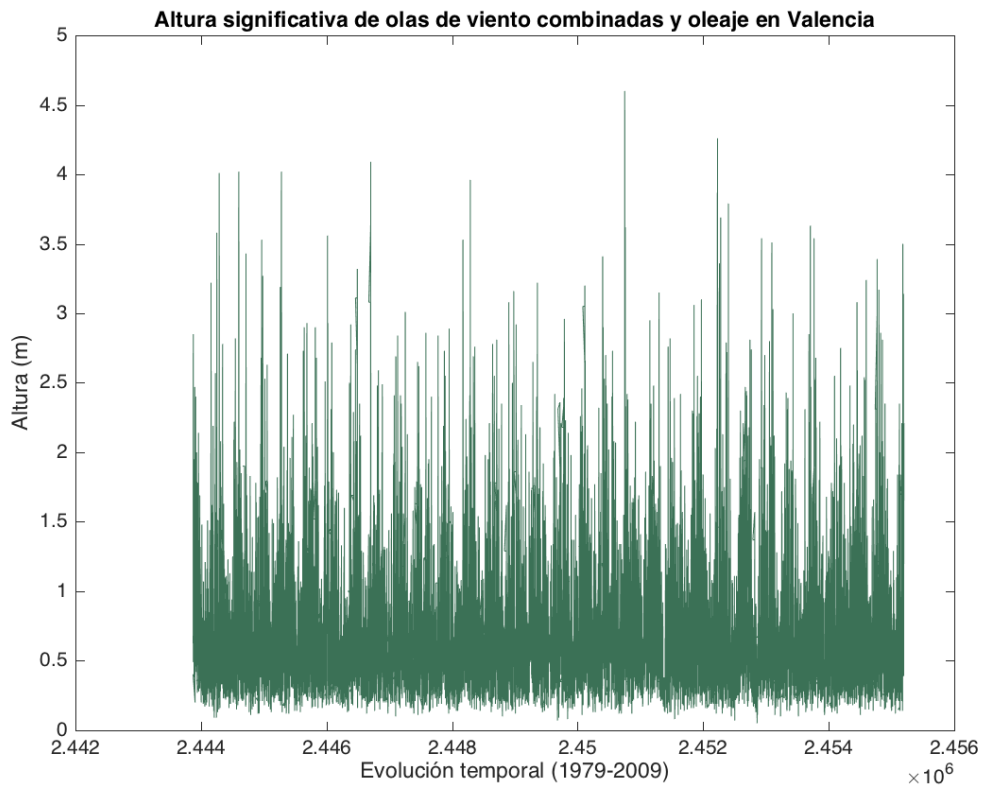
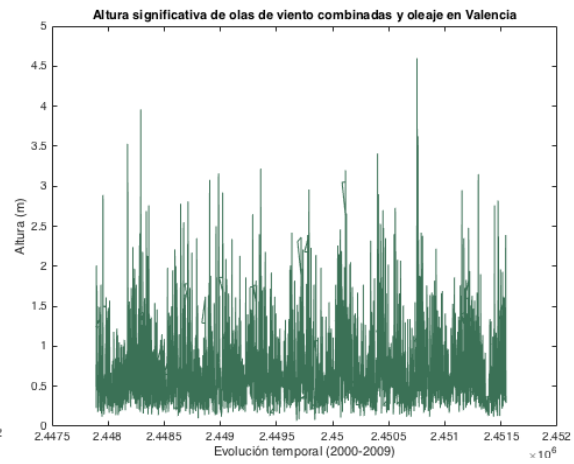
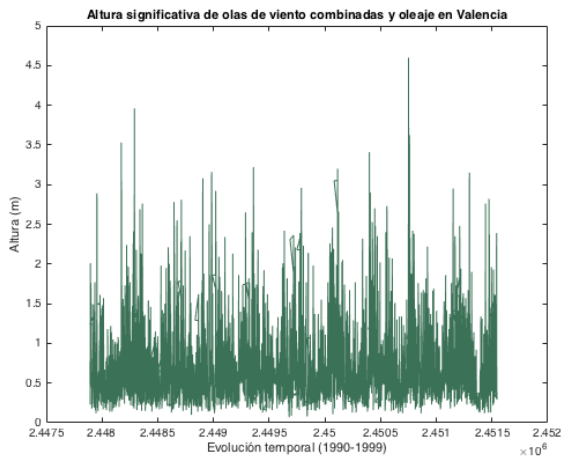
Anexo IV: Plots de los datos de la altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Valencia:



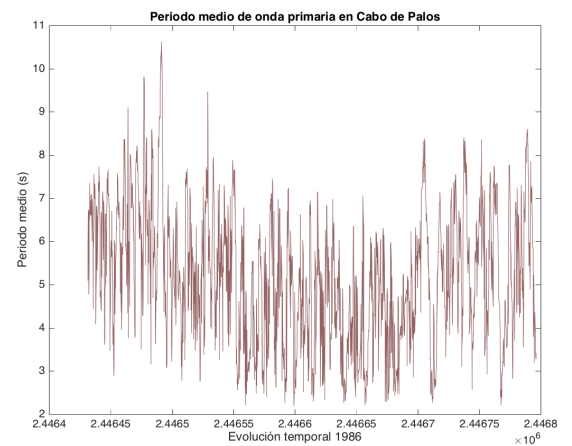
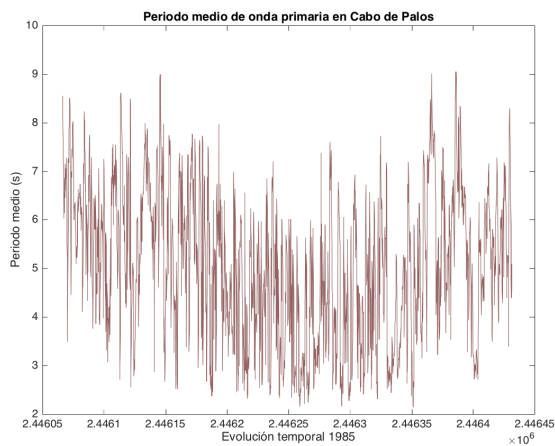
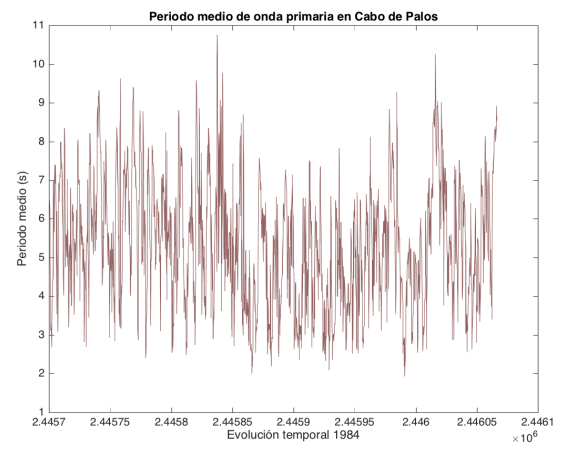
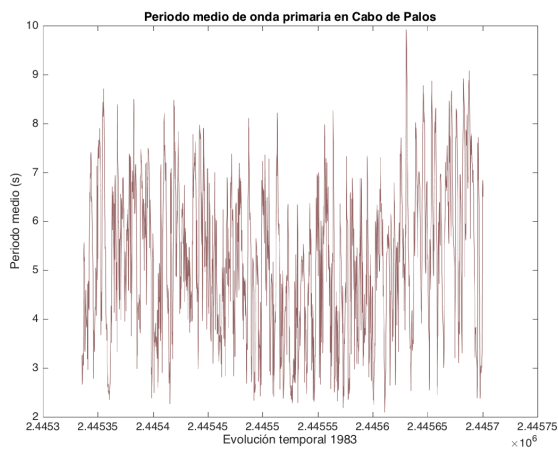
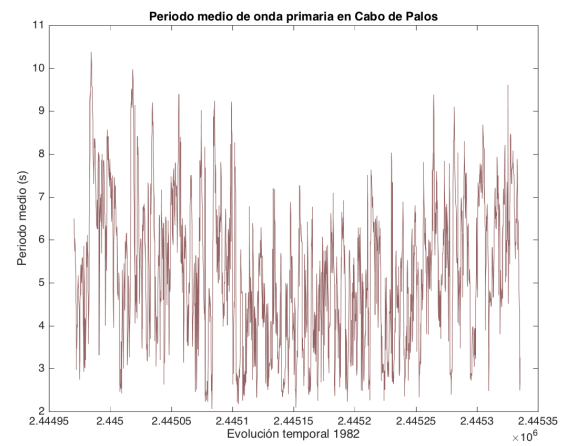
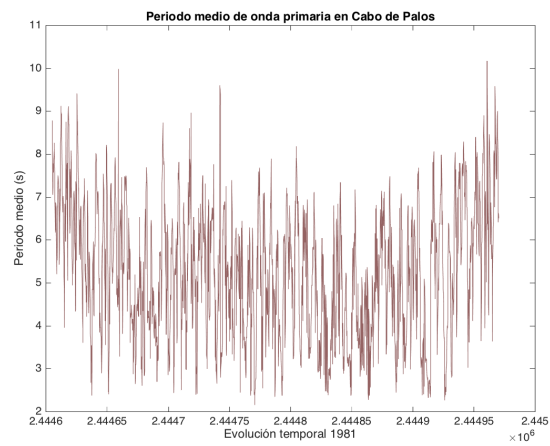
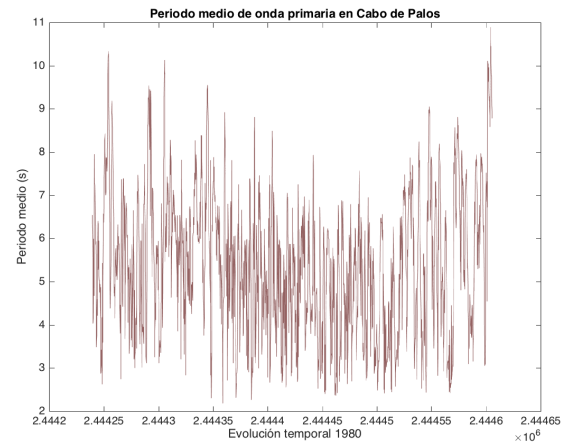
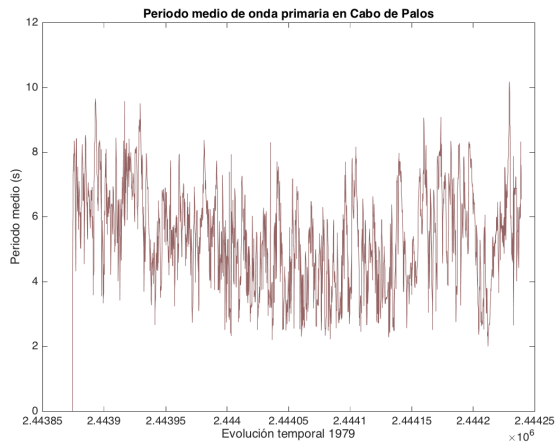


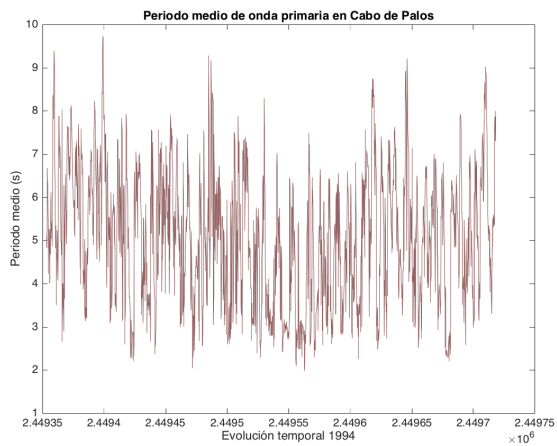
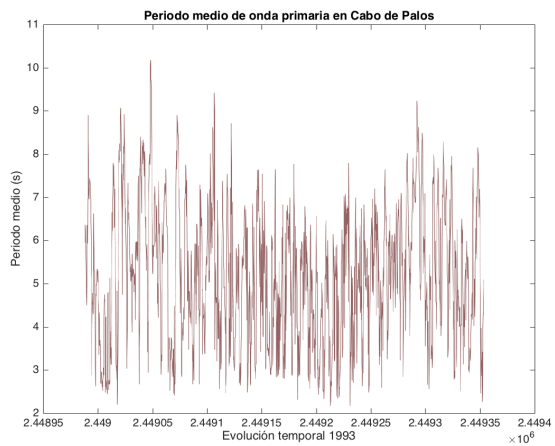
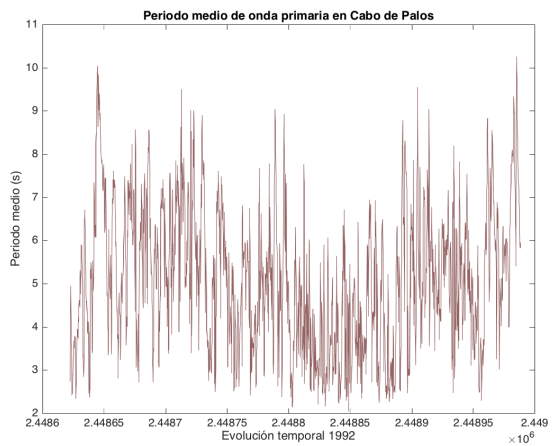
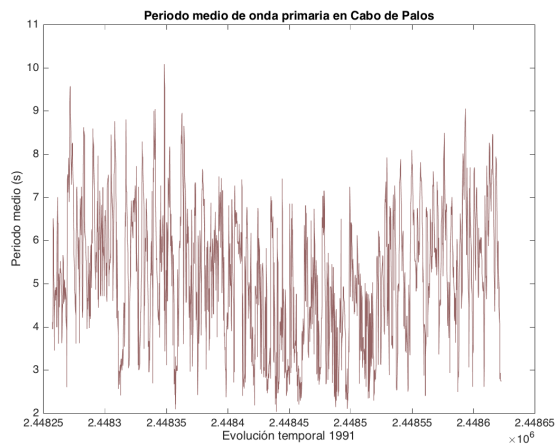
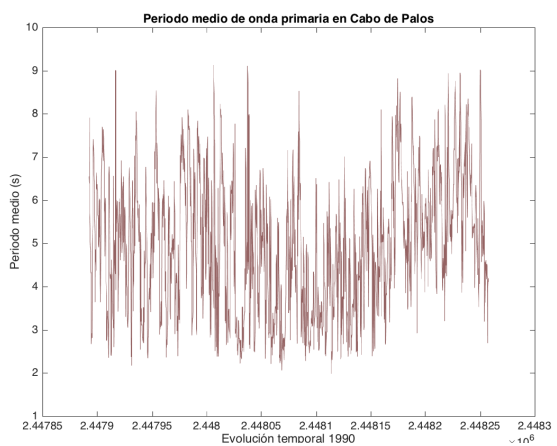
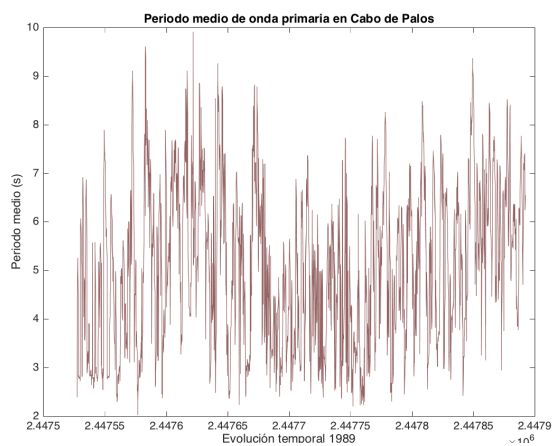
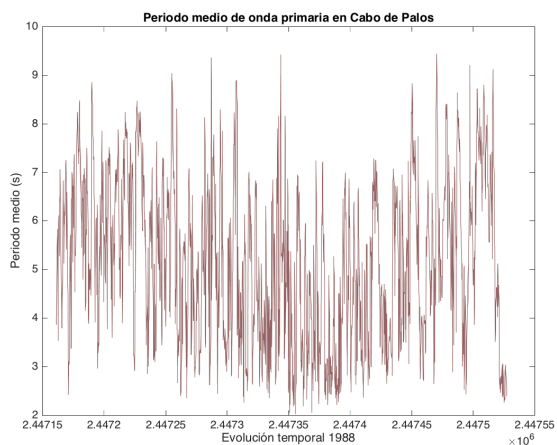
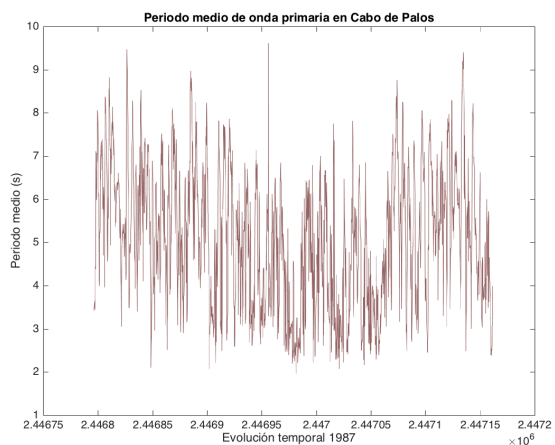


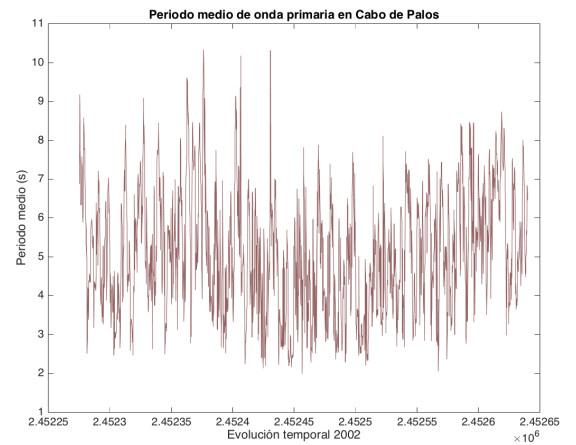
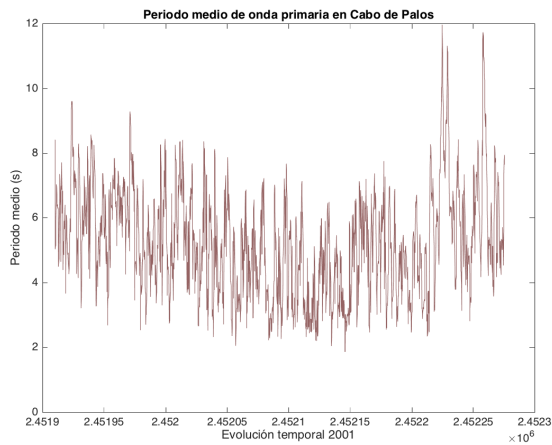
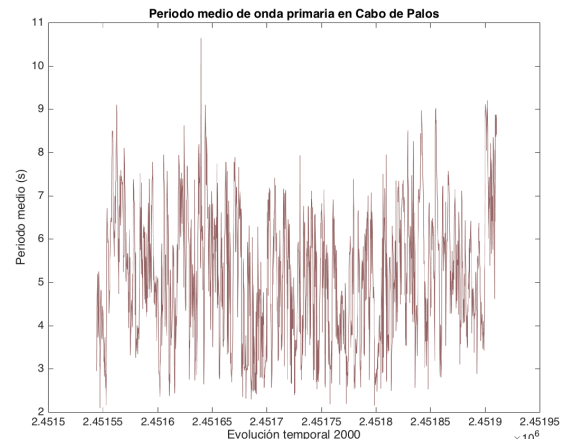
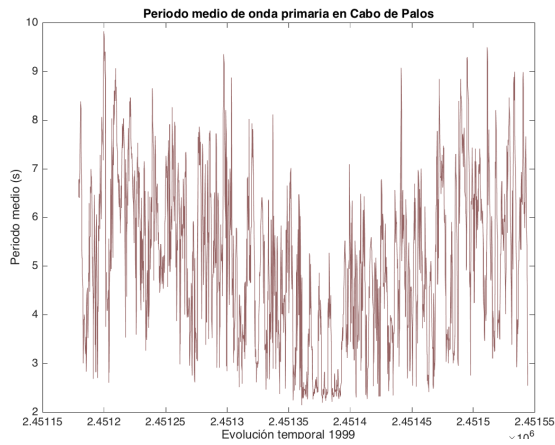
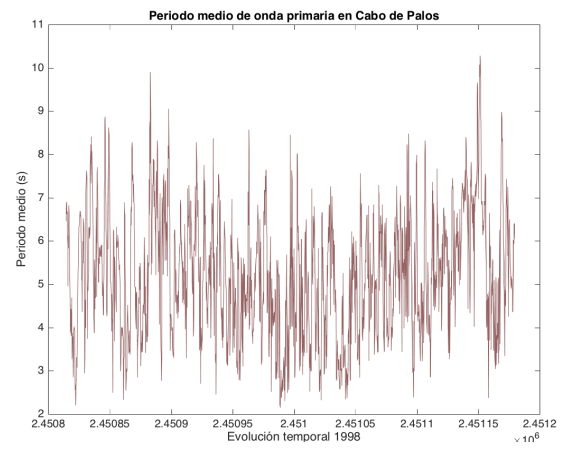
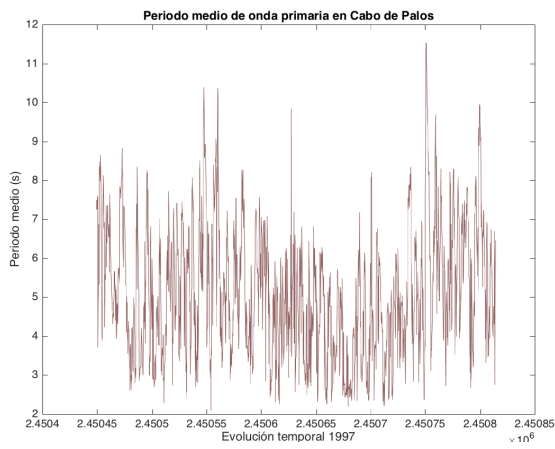
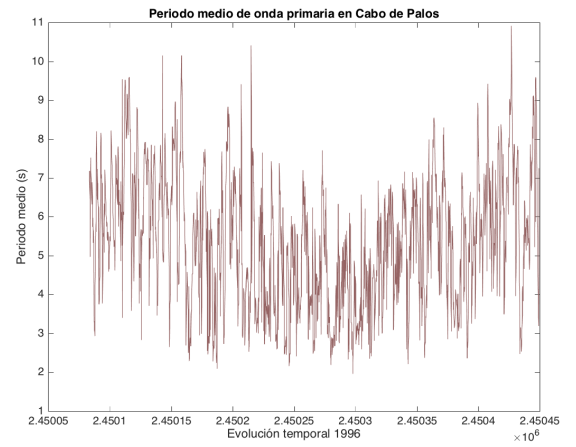
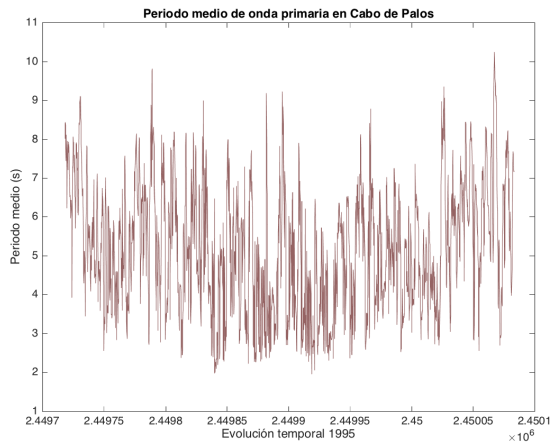


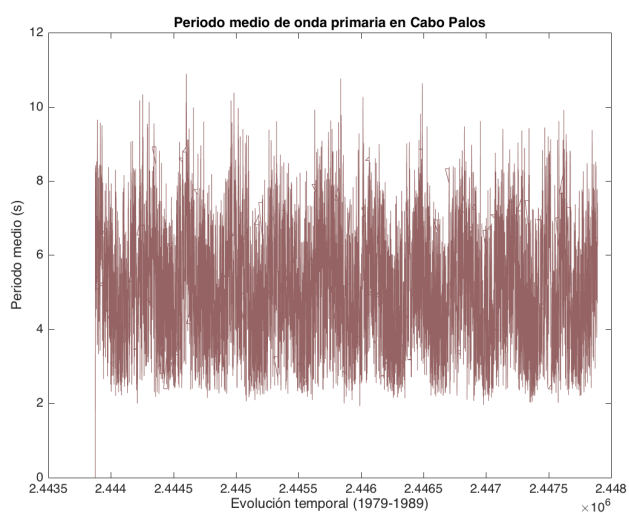
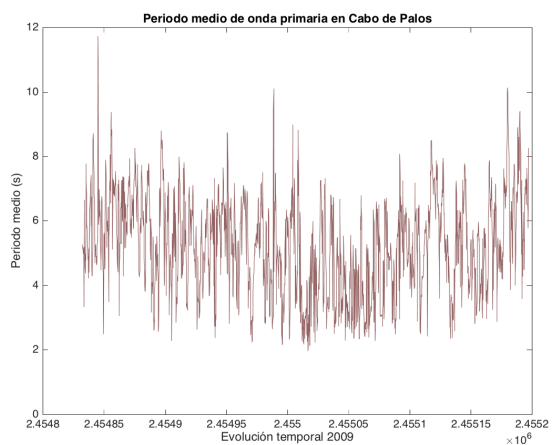
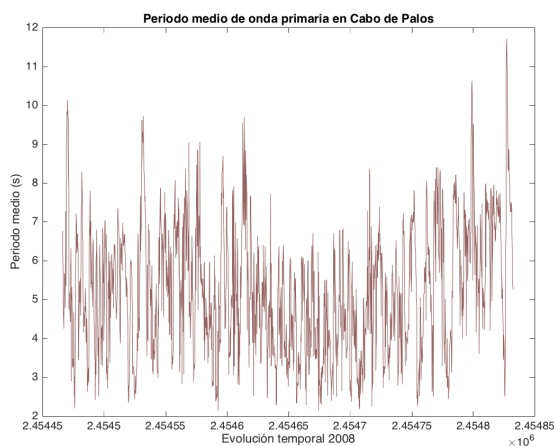
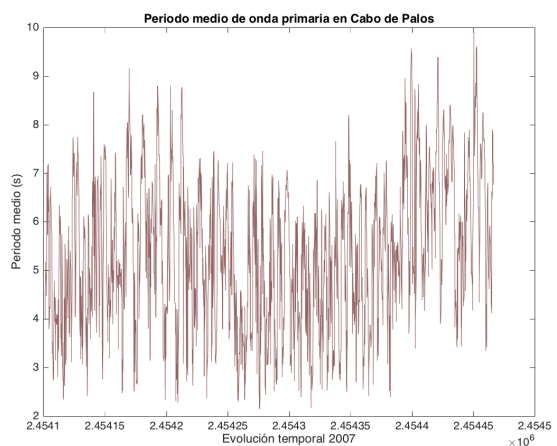
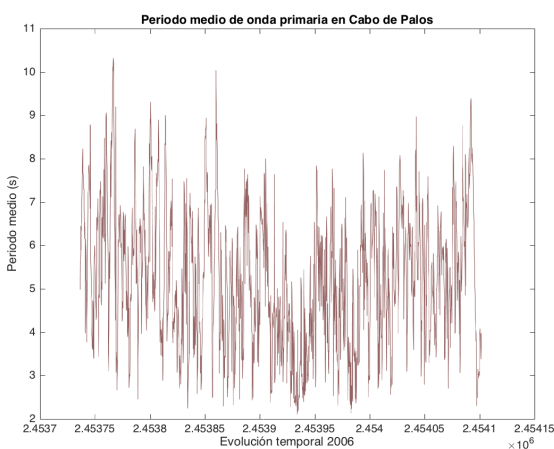
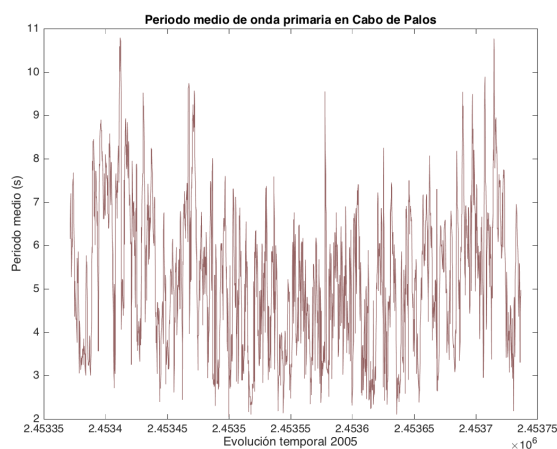
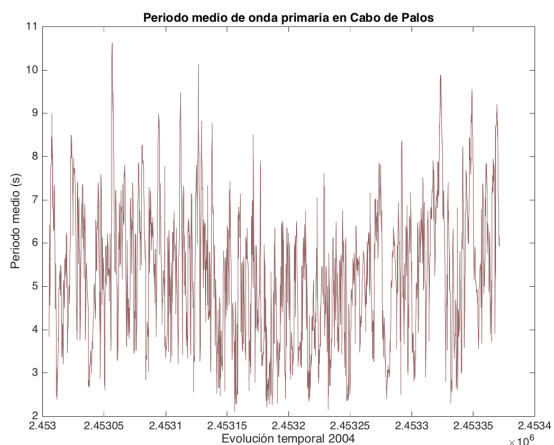
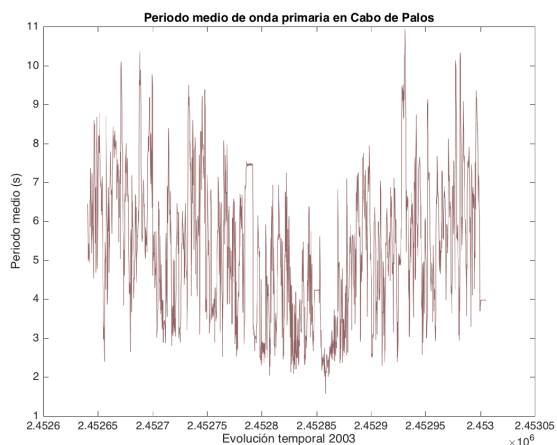


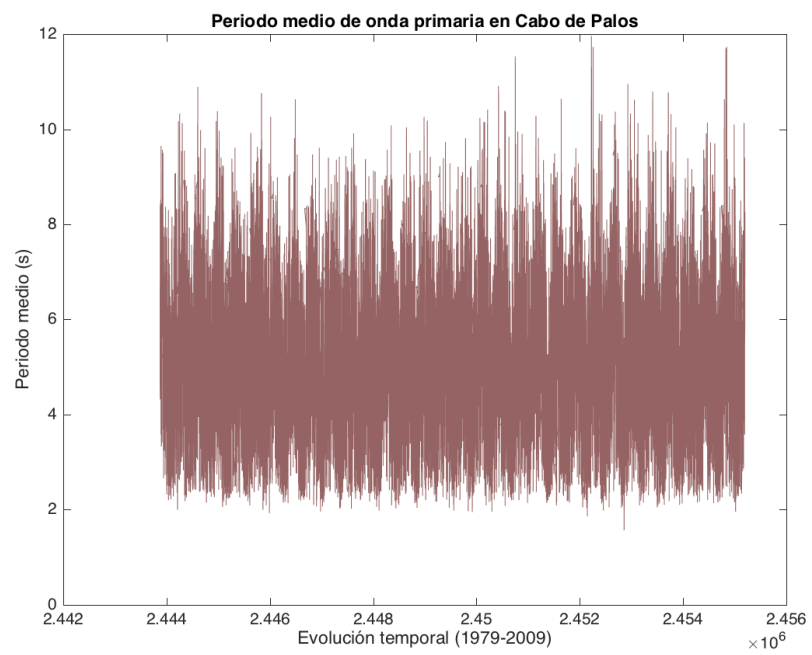
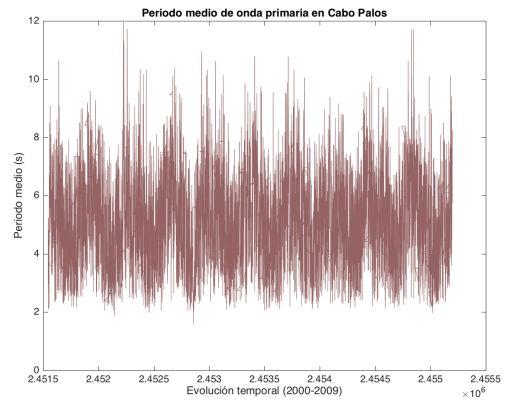
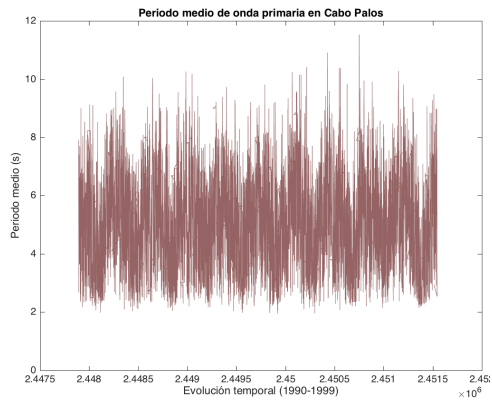
Anexo V: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Cabo de Palos:



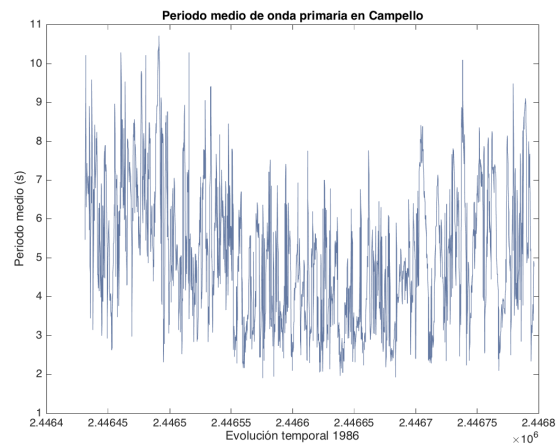
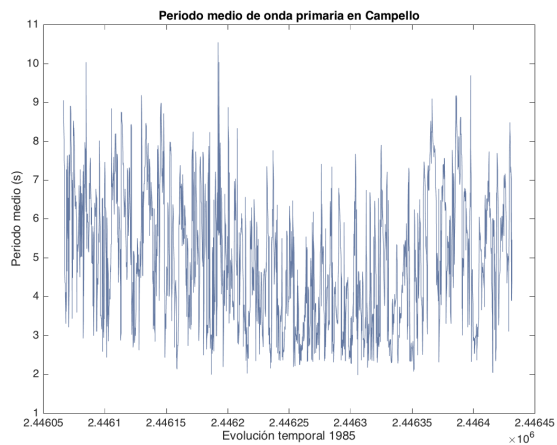
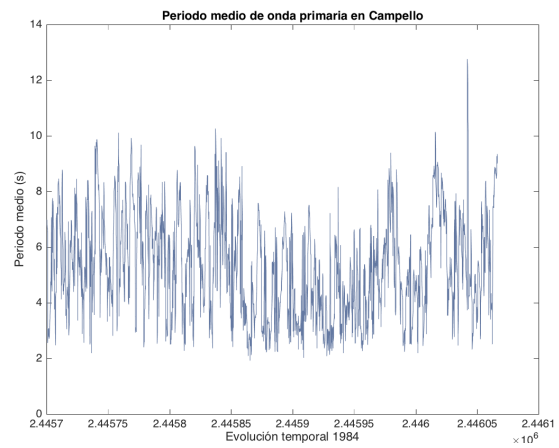
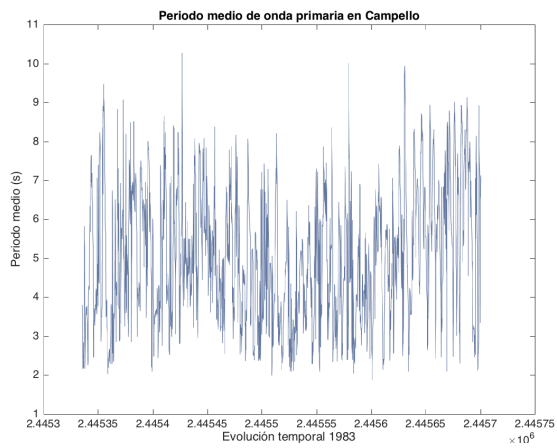
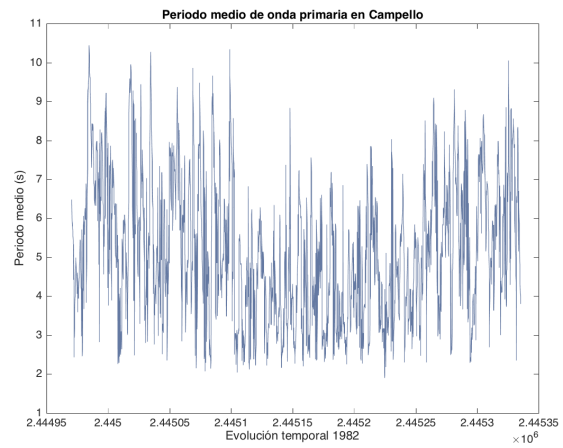
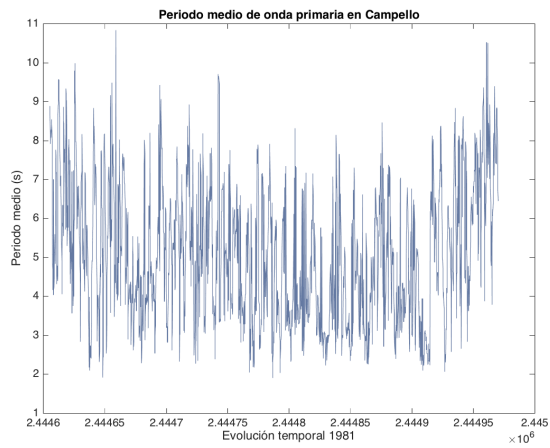
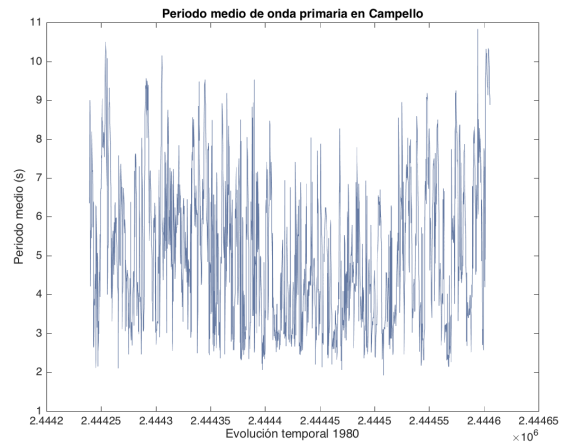
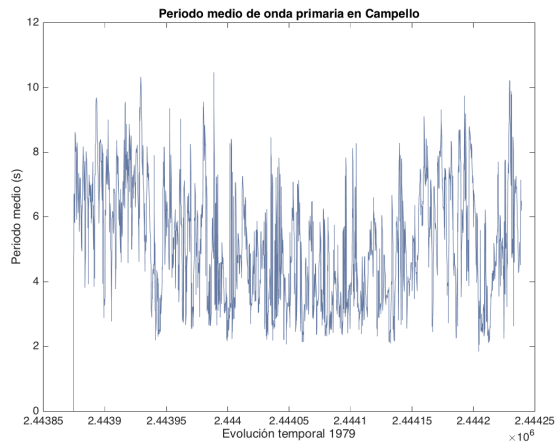


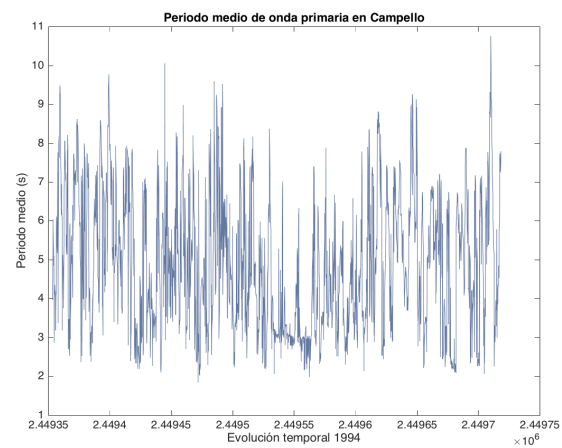
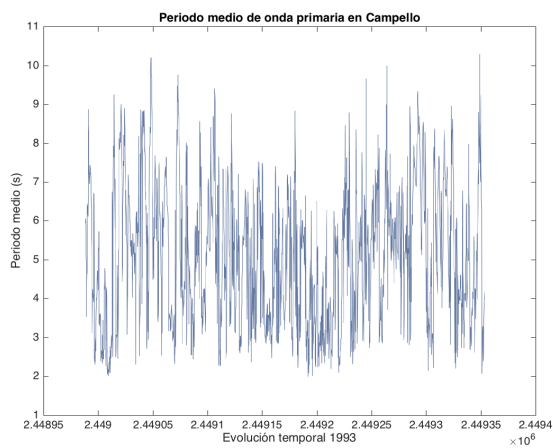
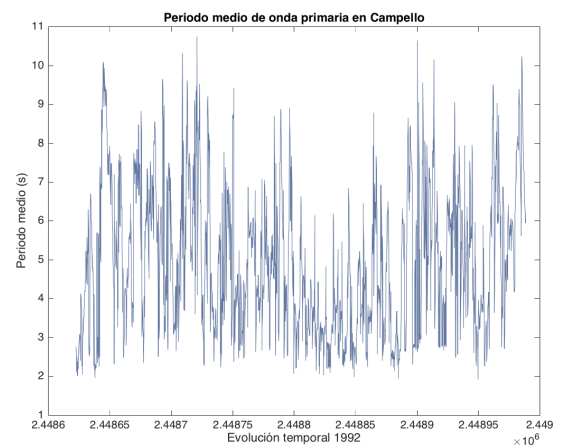
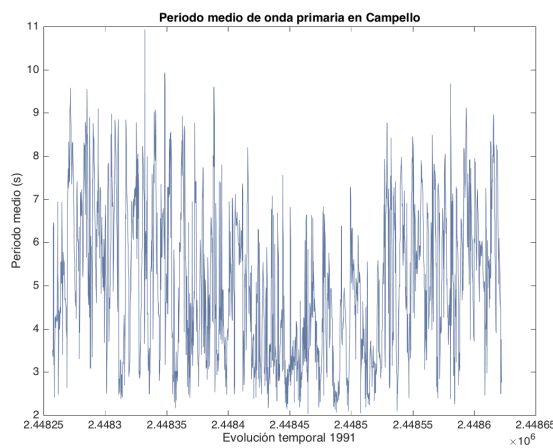
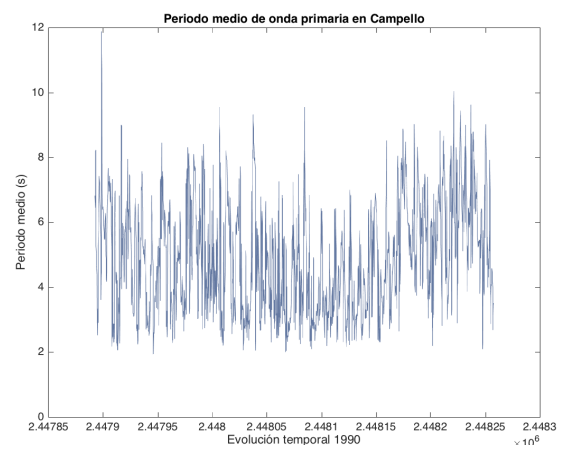
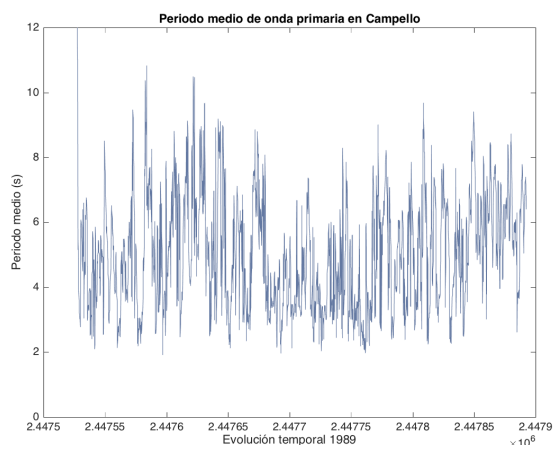
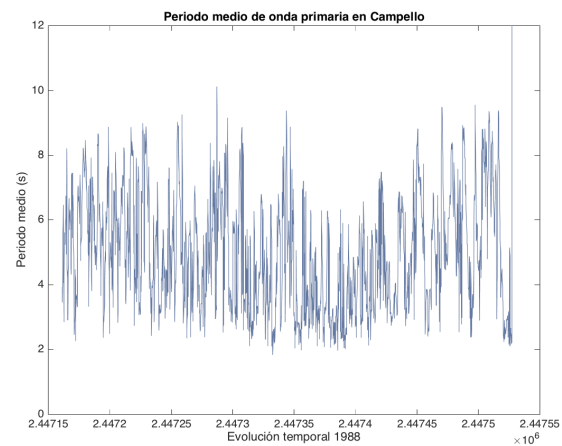
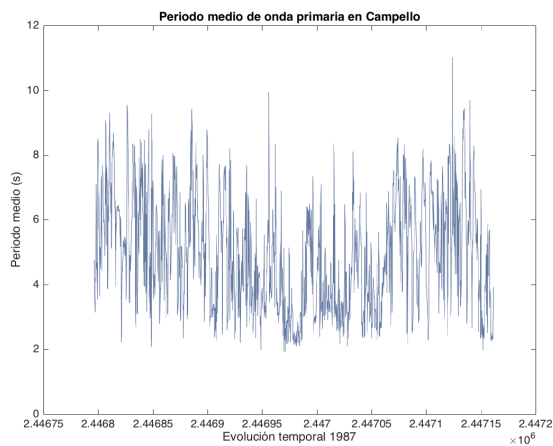


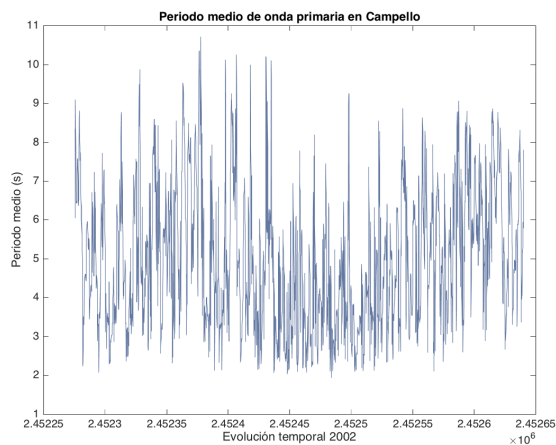
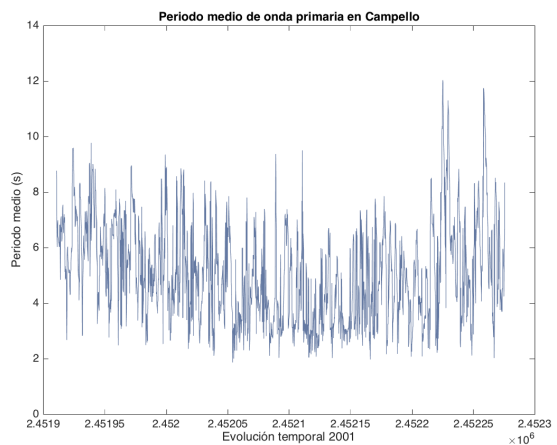
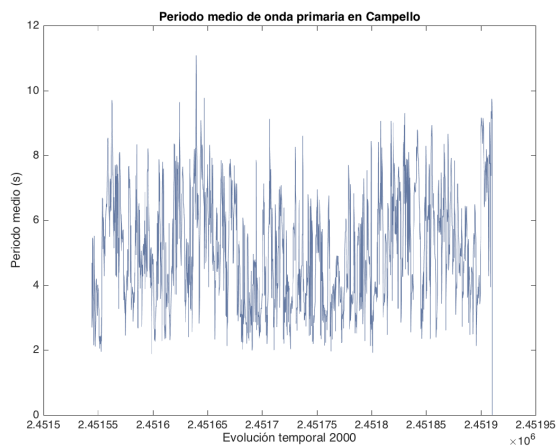
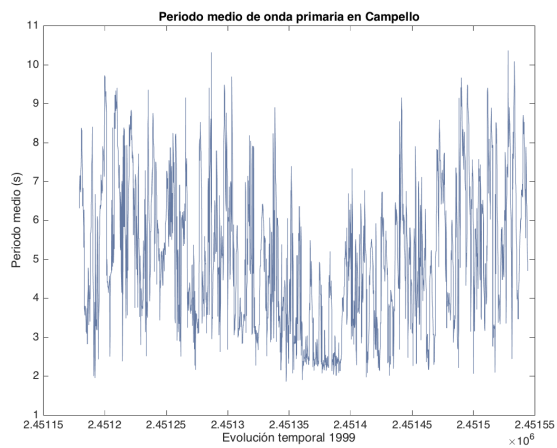
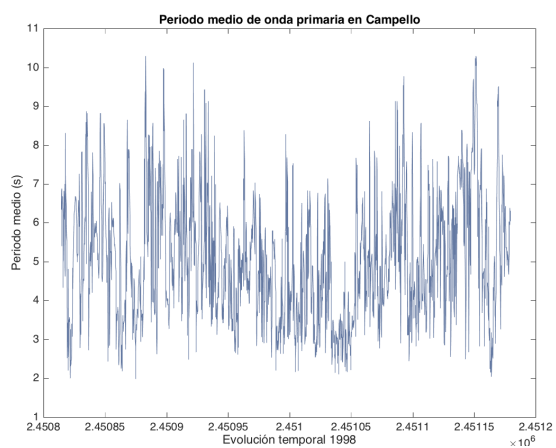
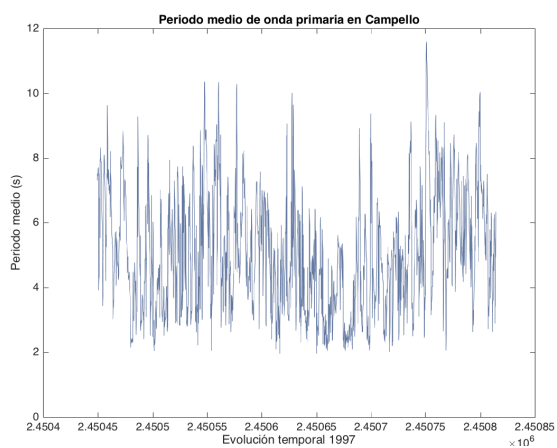
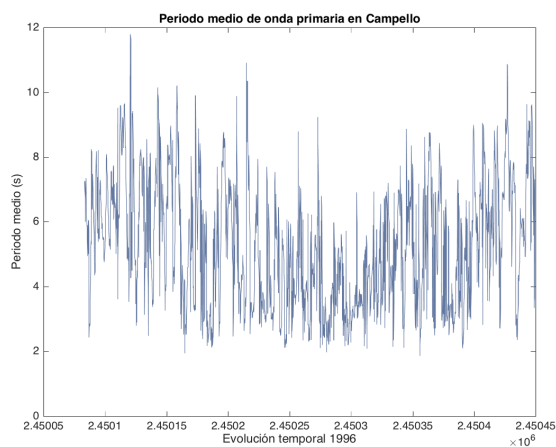
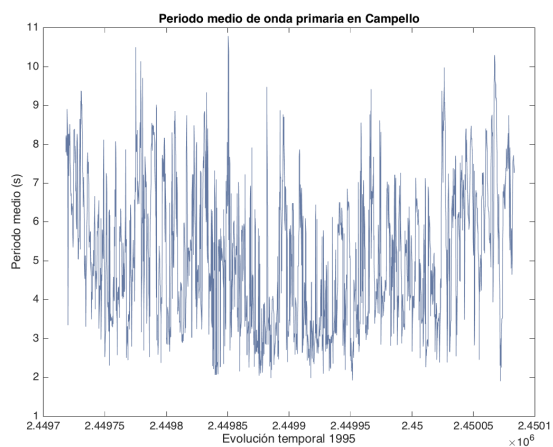


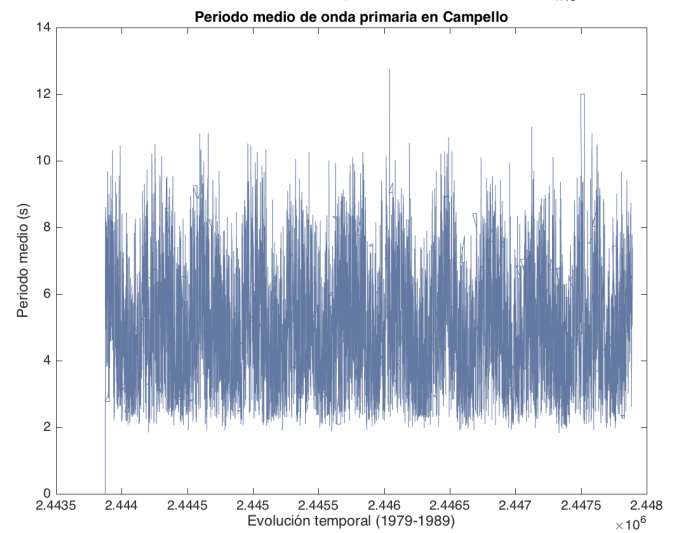
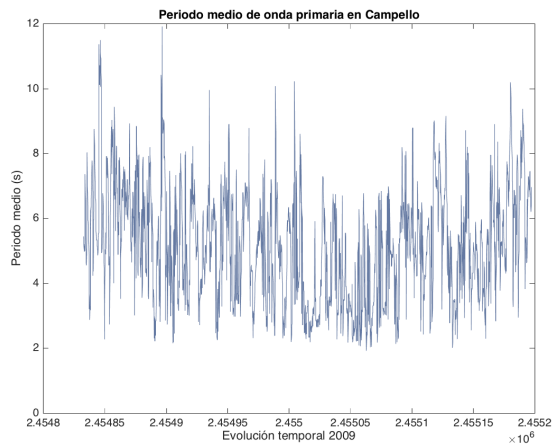
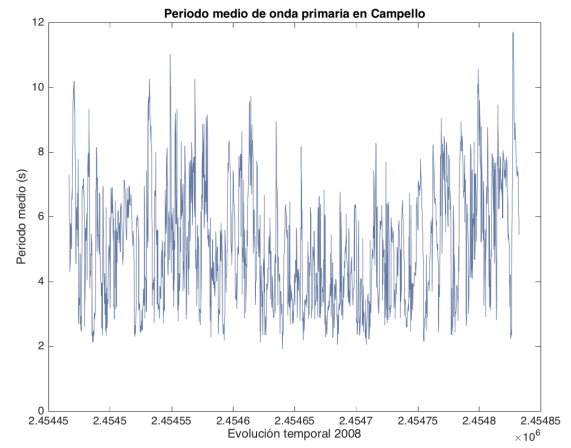
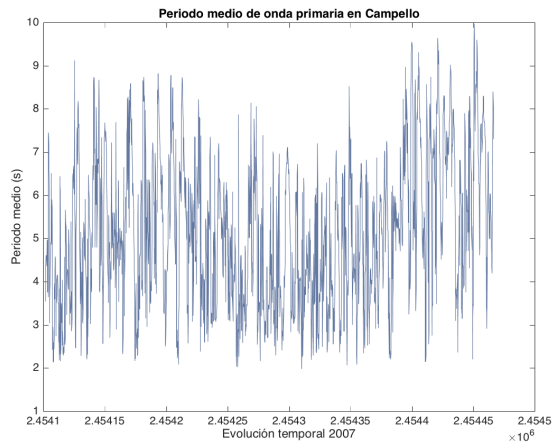
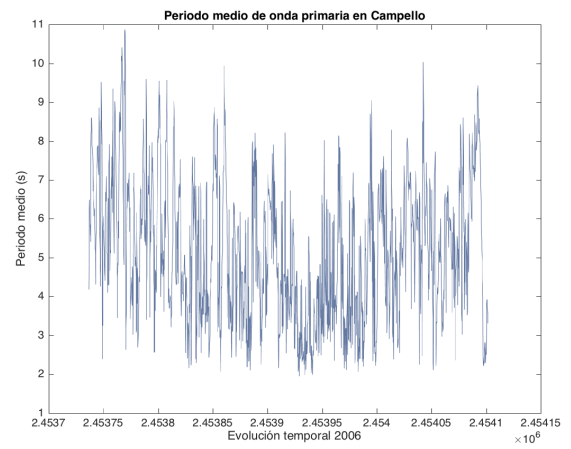
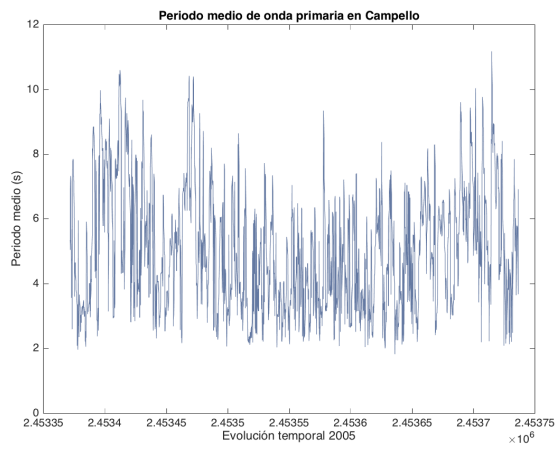
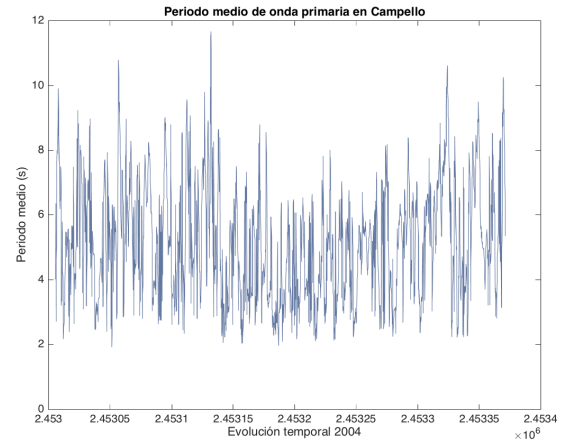
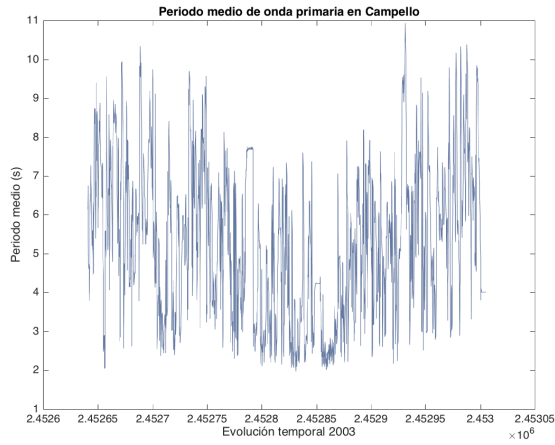


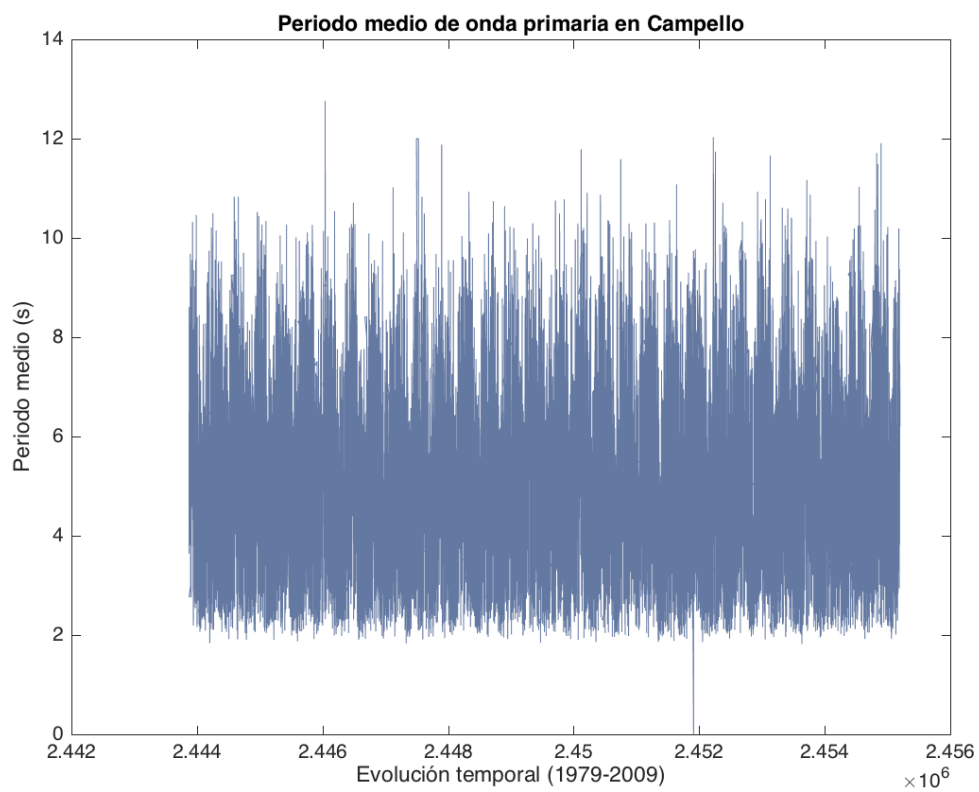
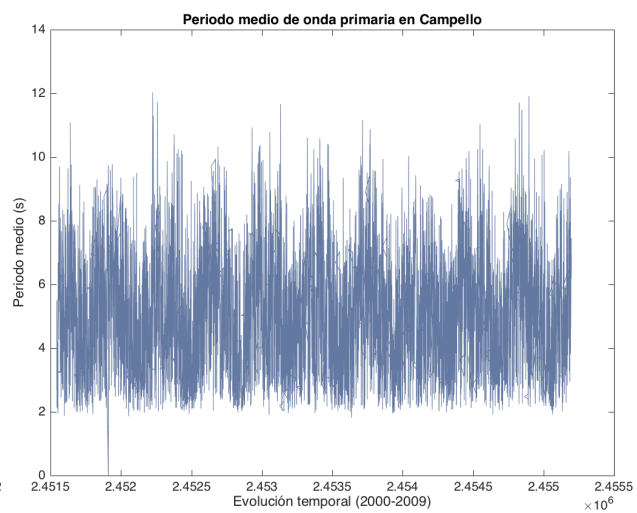
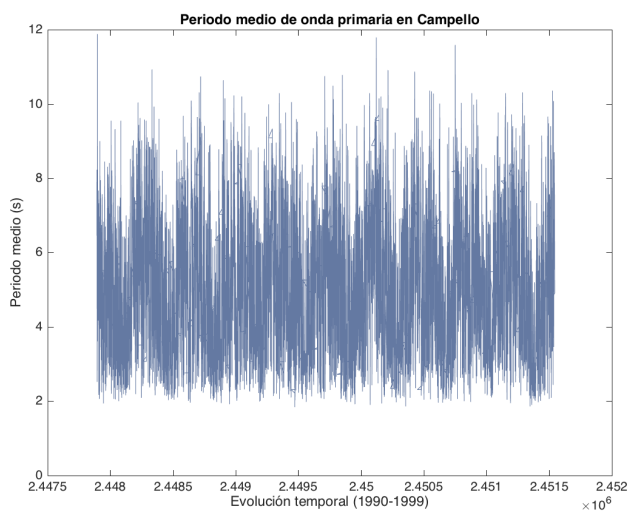
Anexo VI: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Campello:



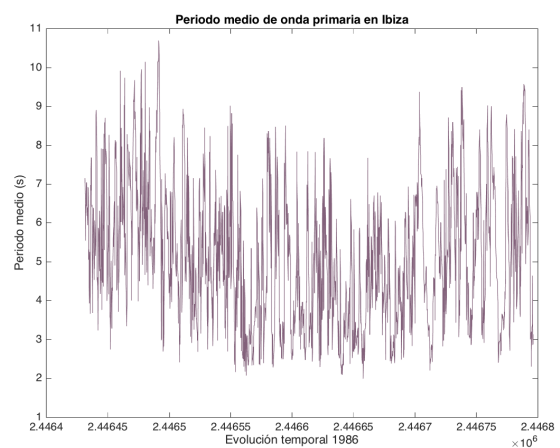
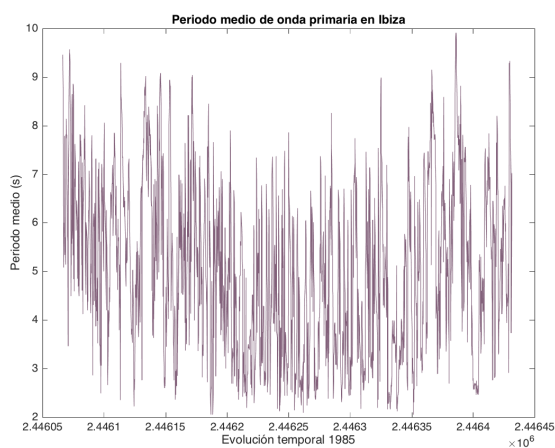
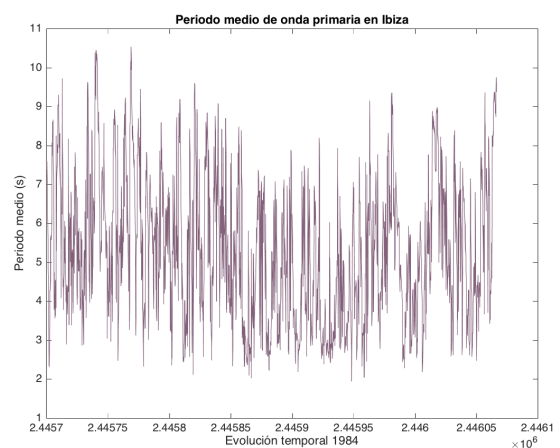
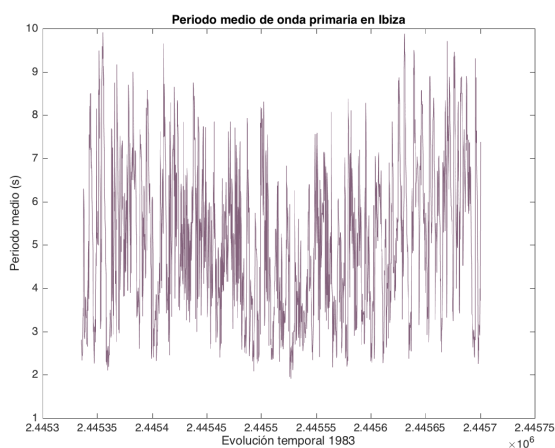
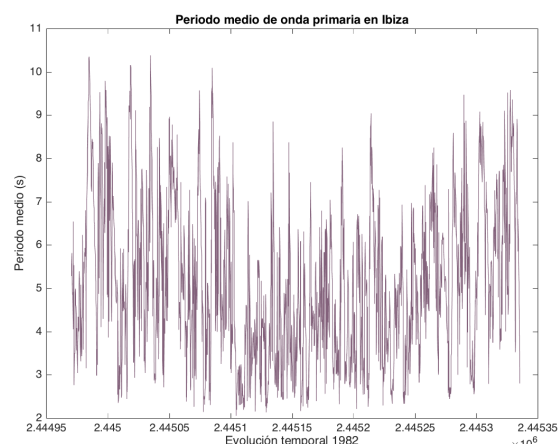
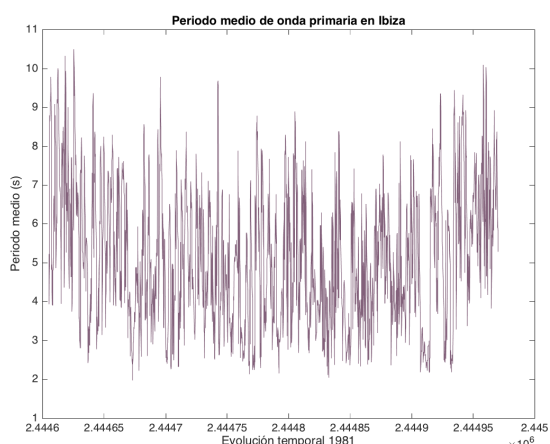
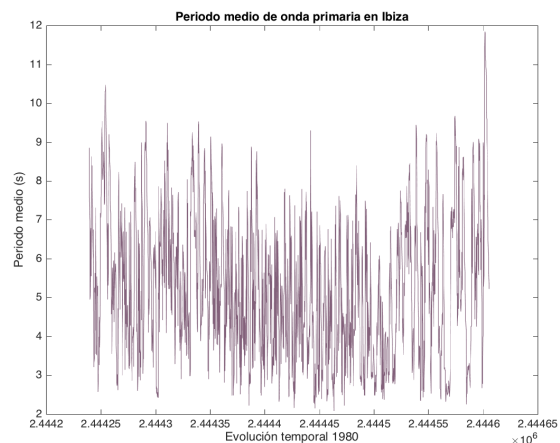
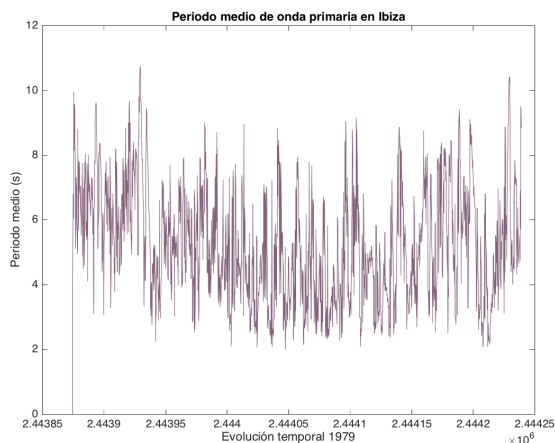


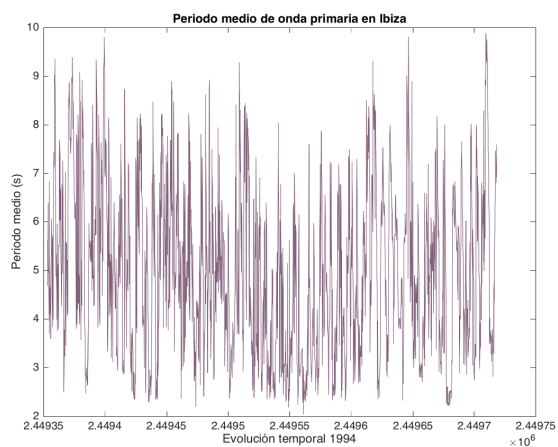
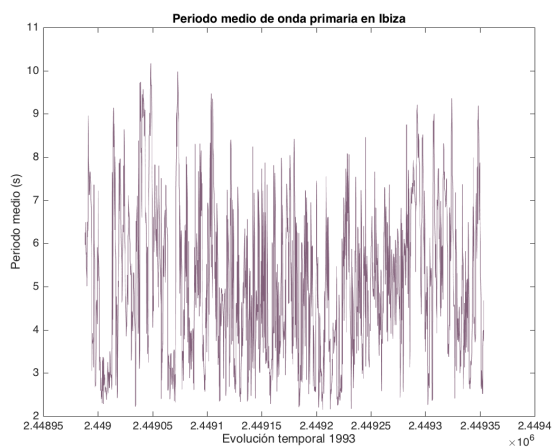
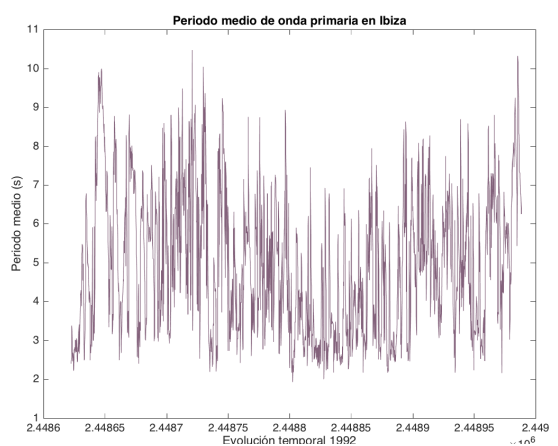
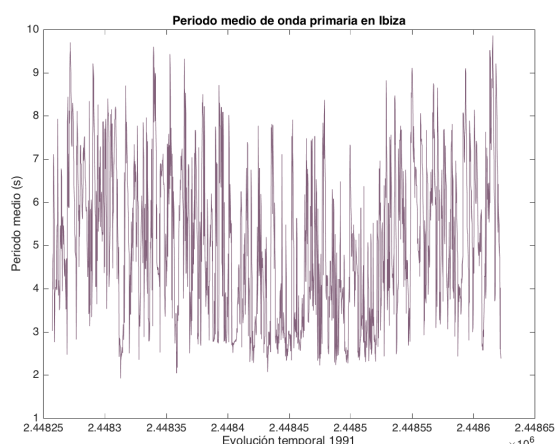
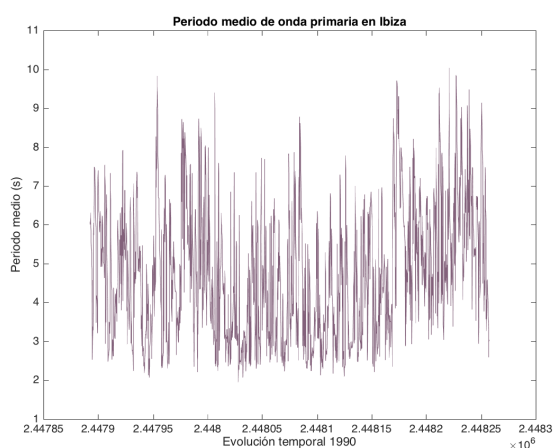
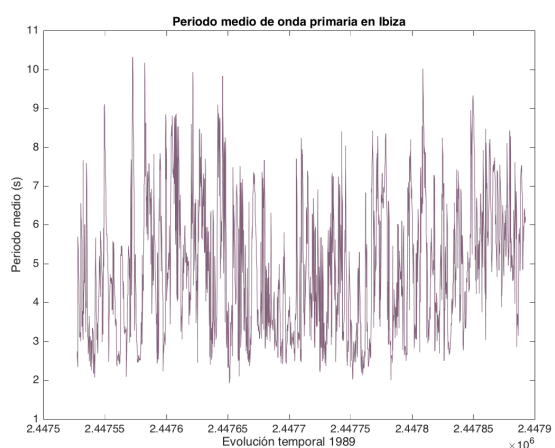
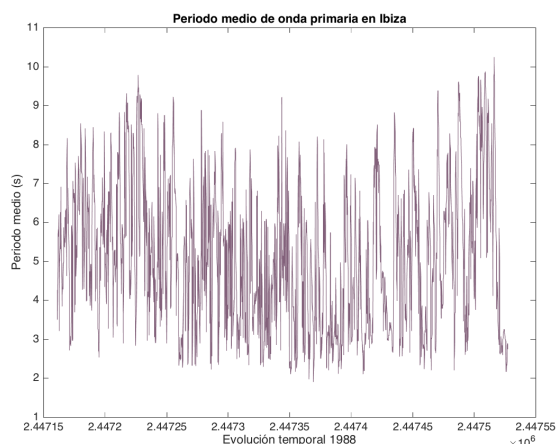
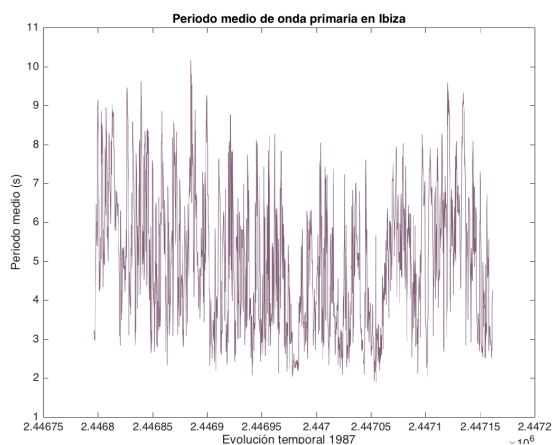


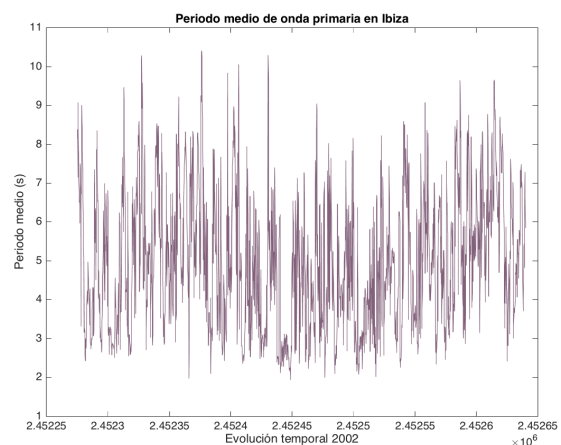
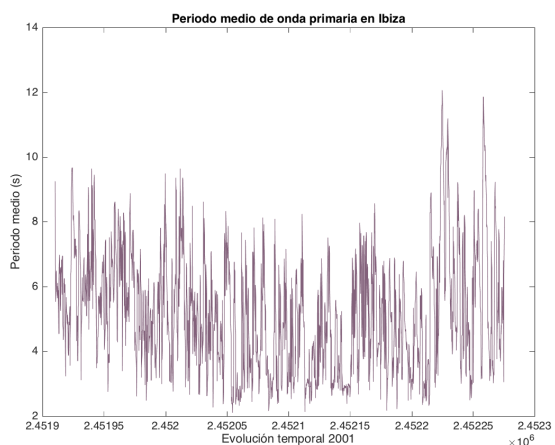
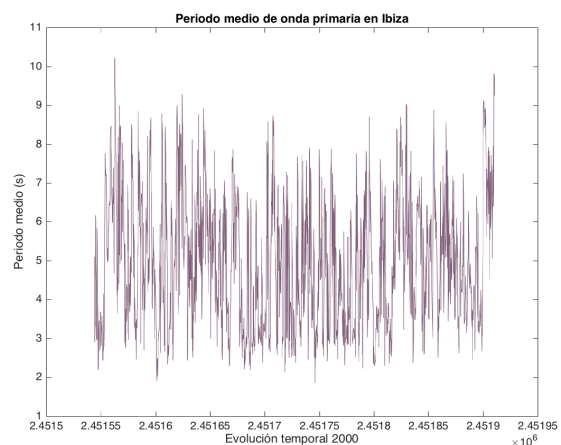
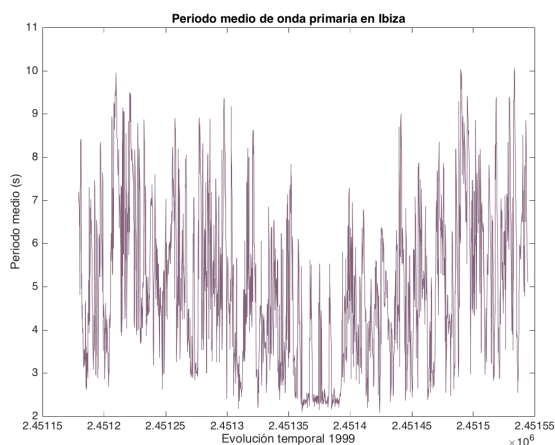
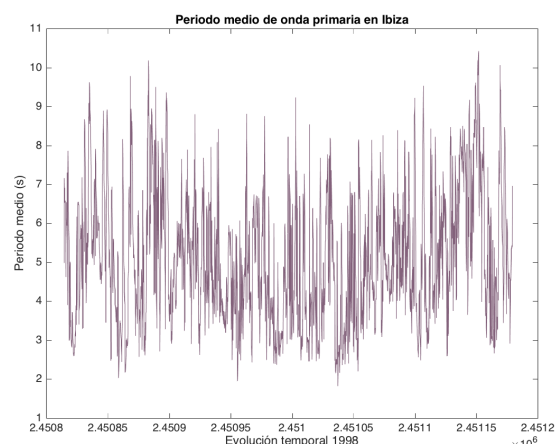
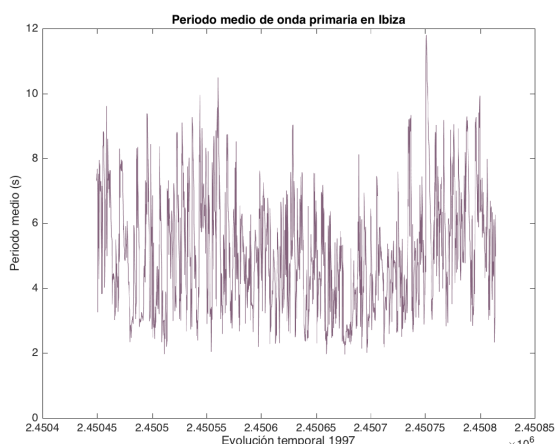
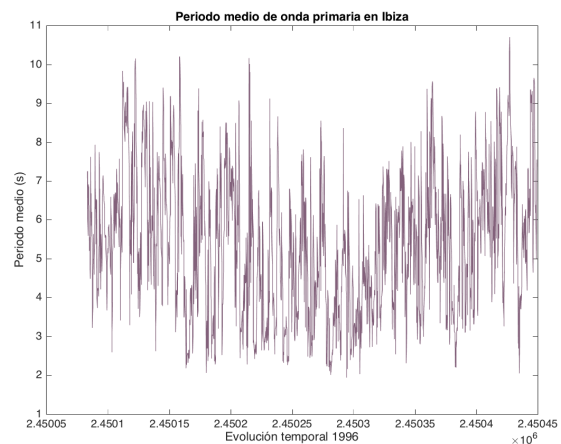
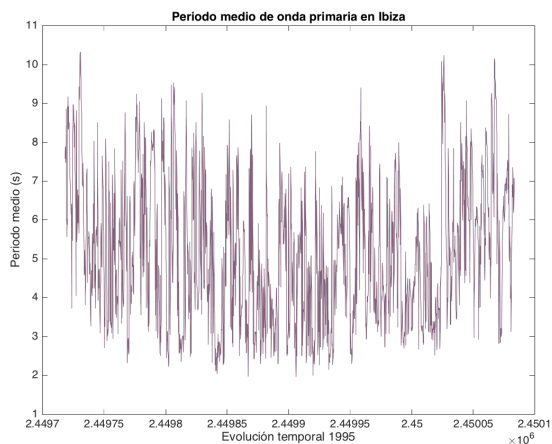


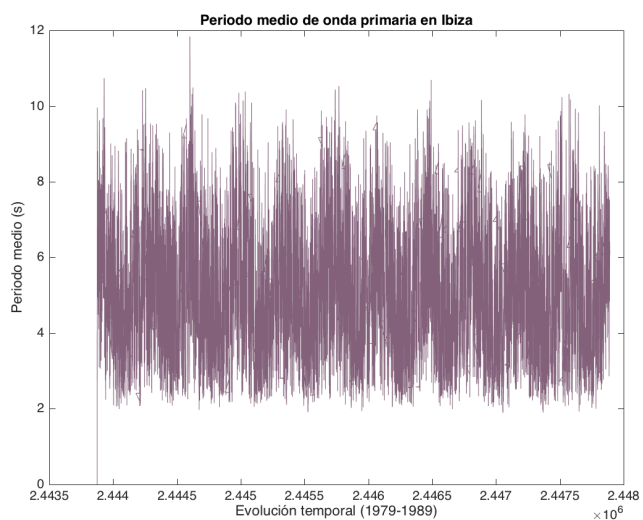
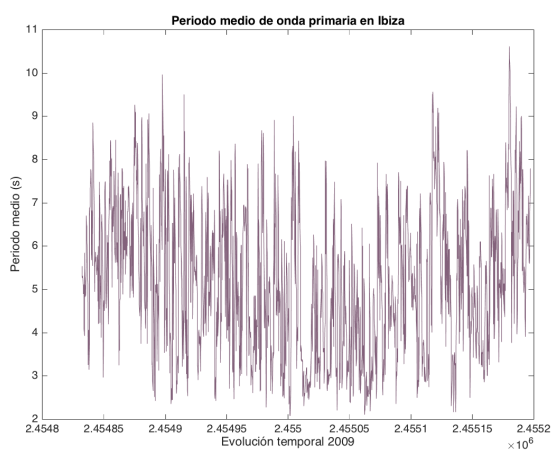
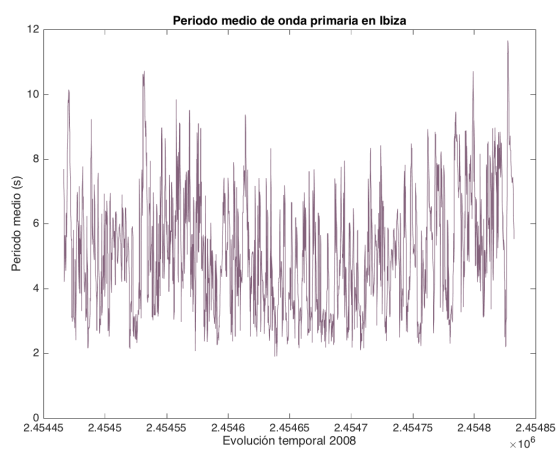
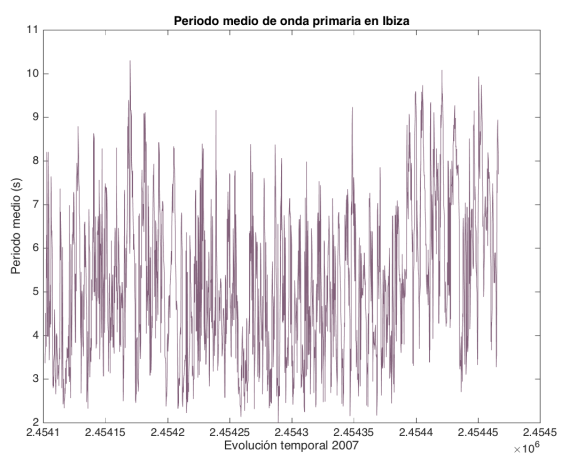
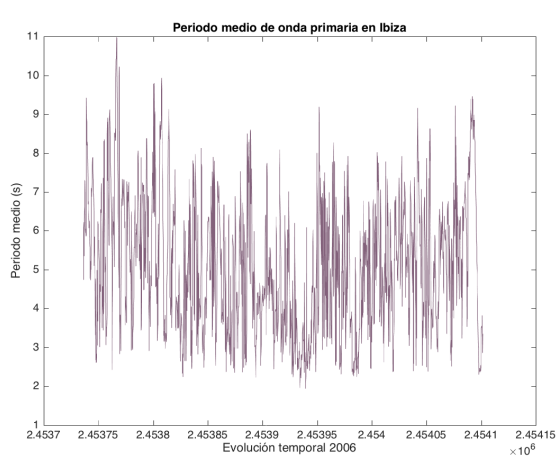
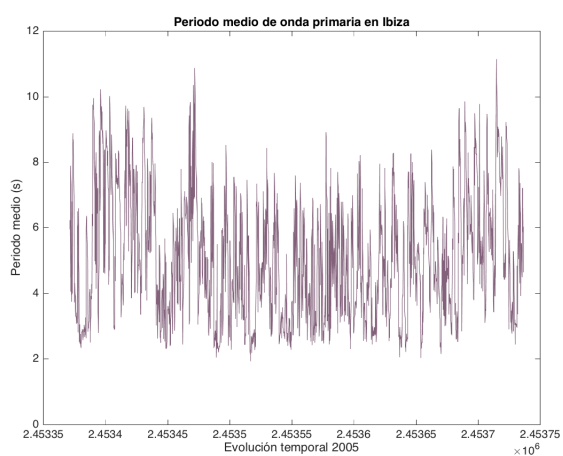
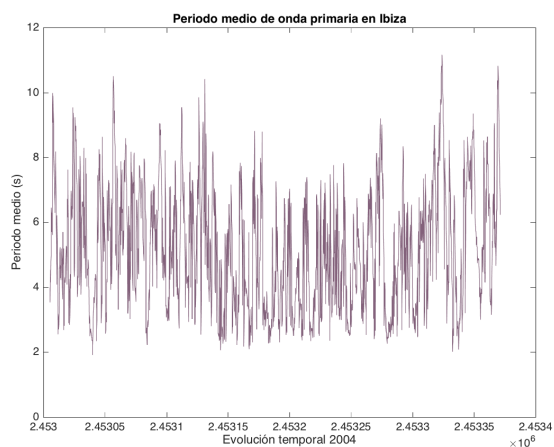
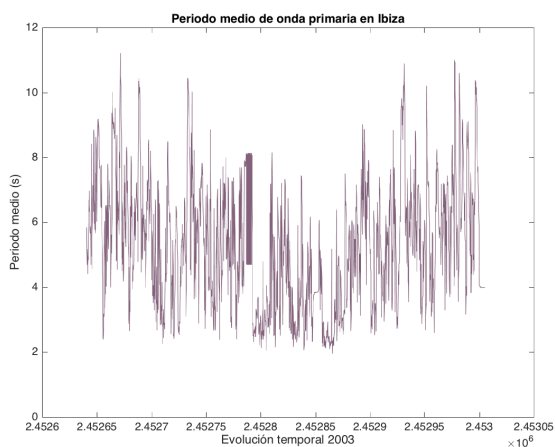


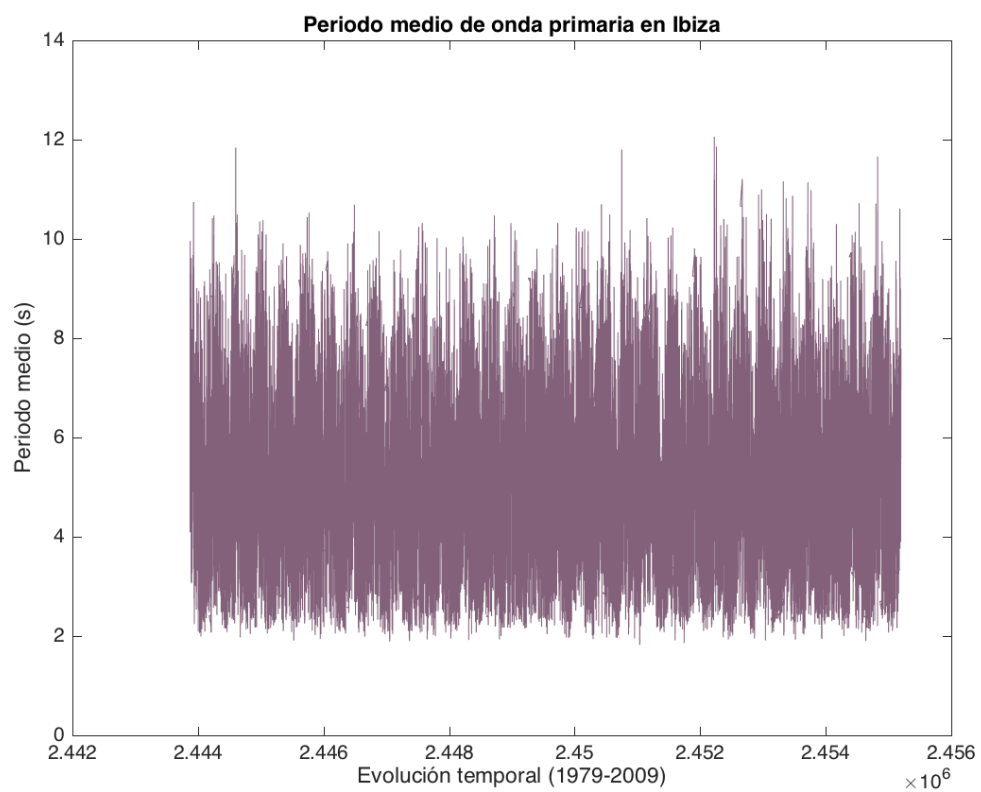
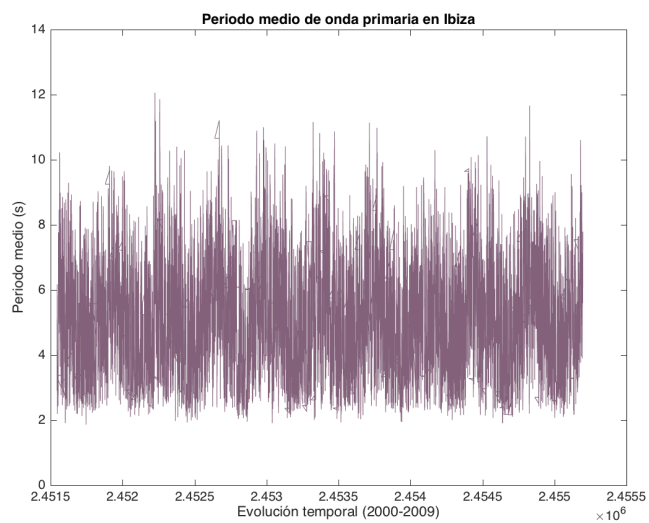
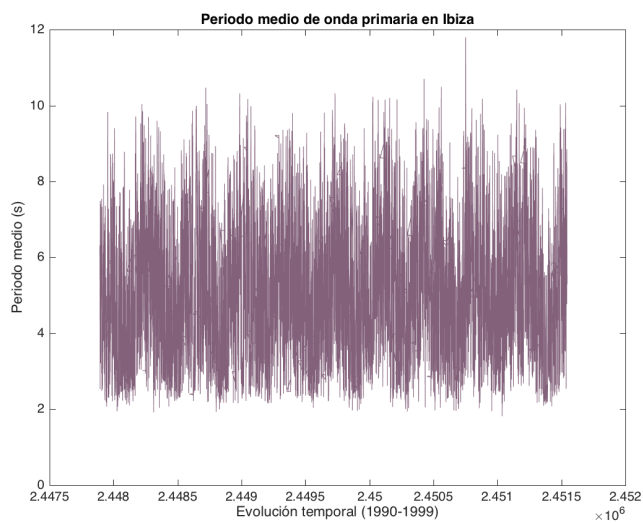
Anexo VII: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Ibiza:



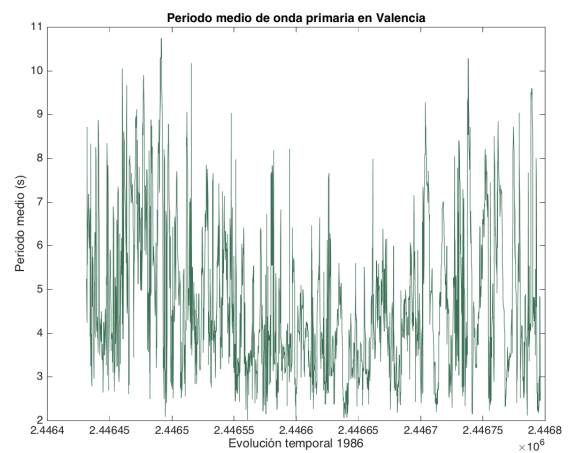
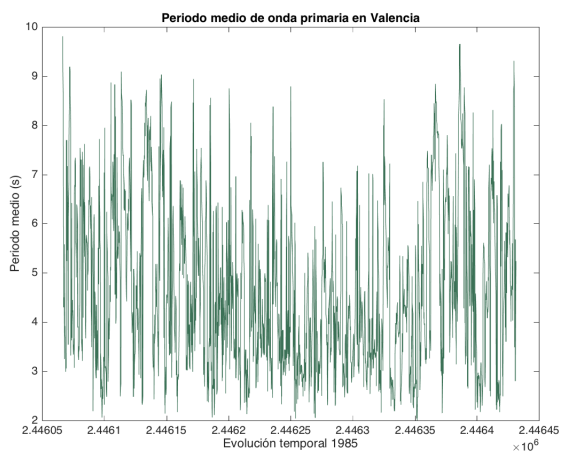
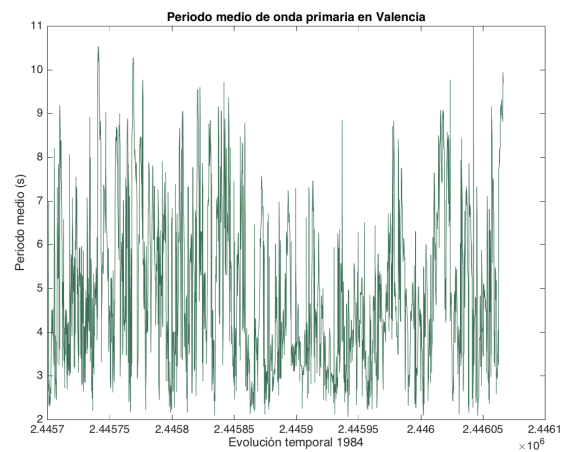
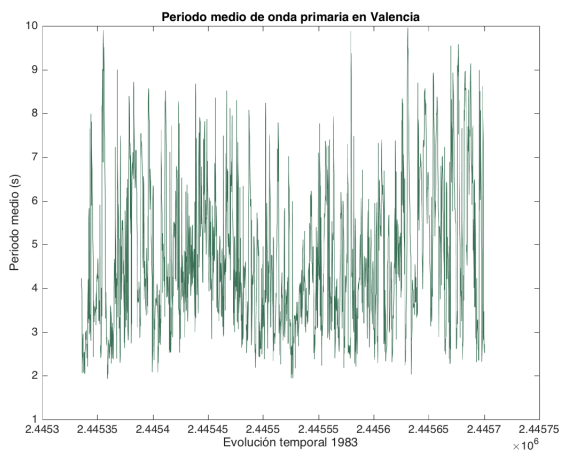
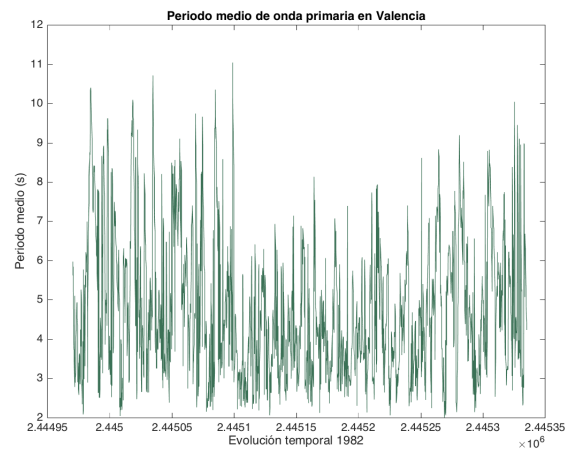
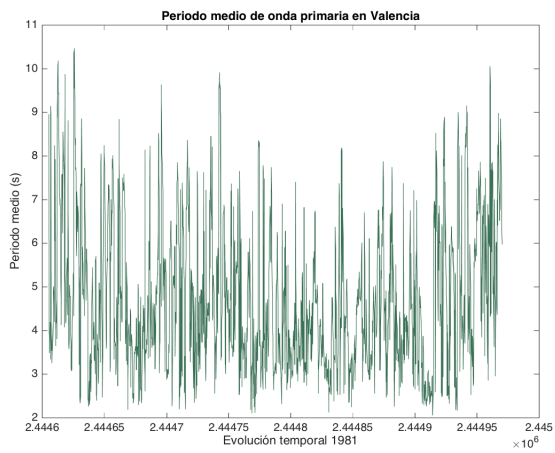
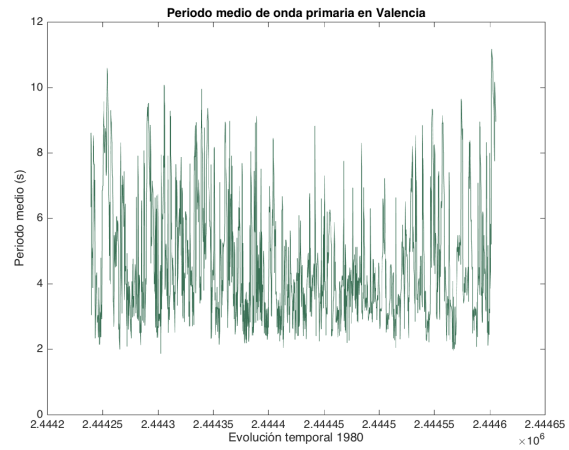
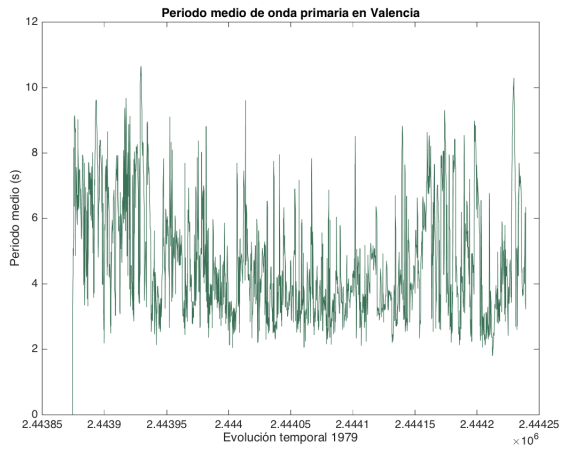


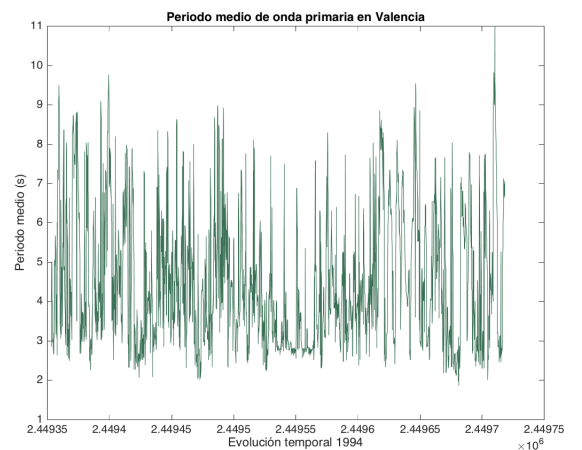
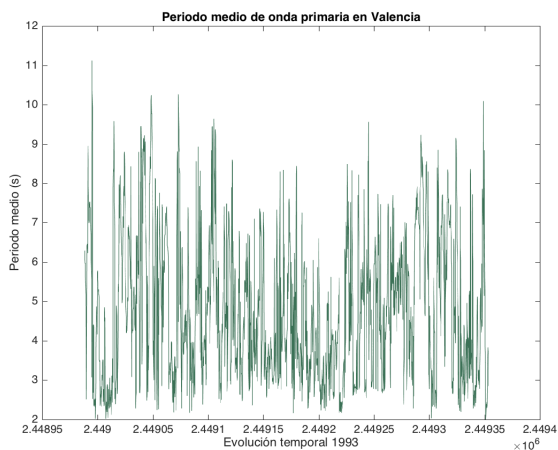
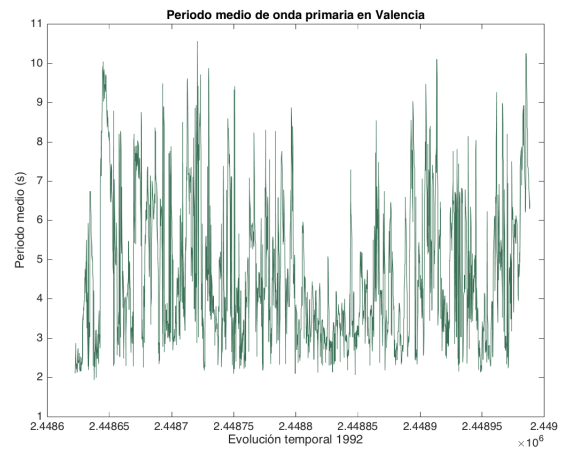
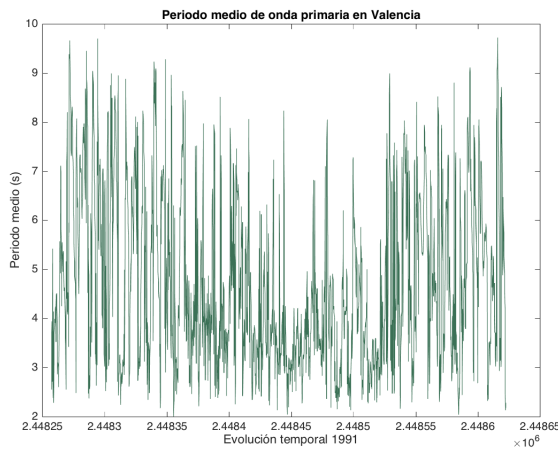
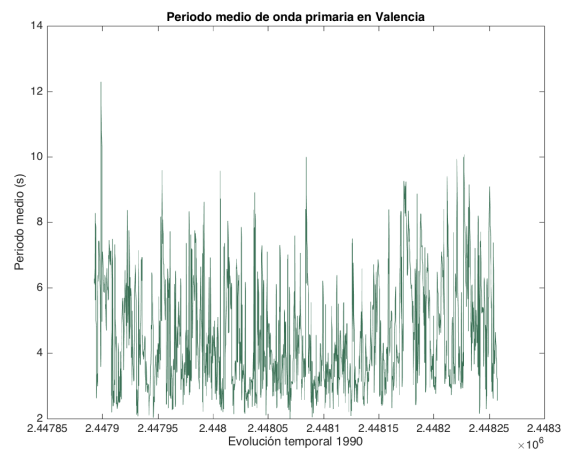
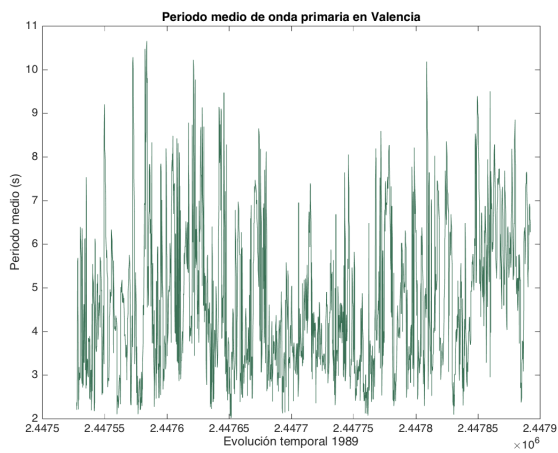
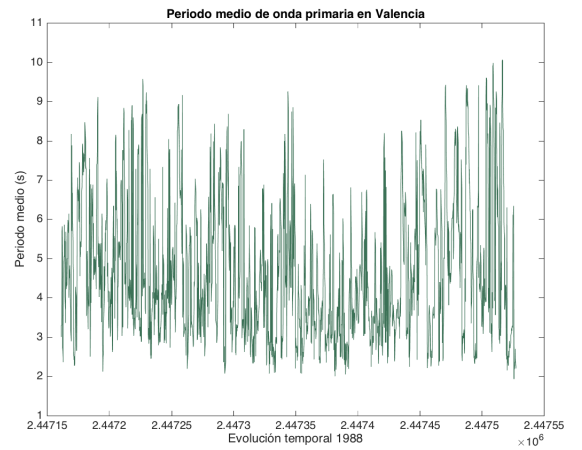
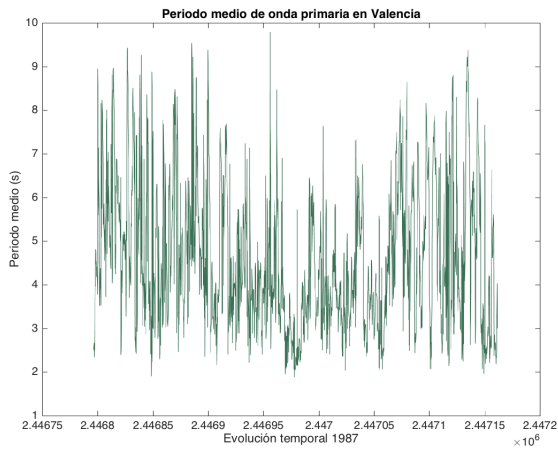


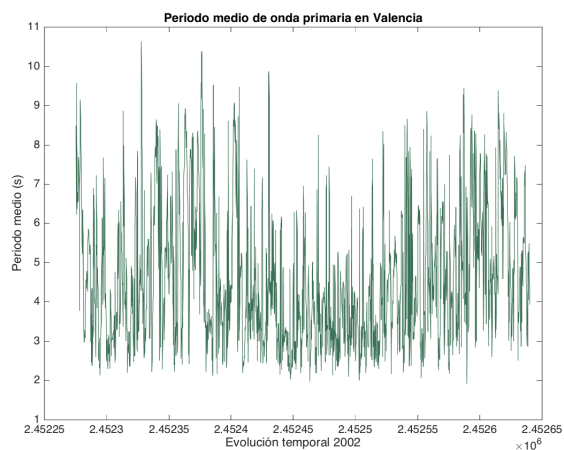
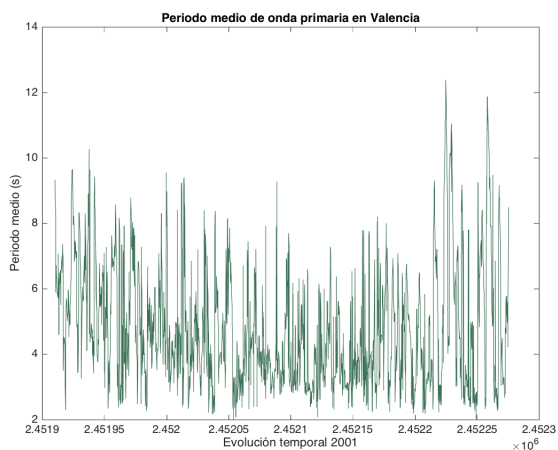
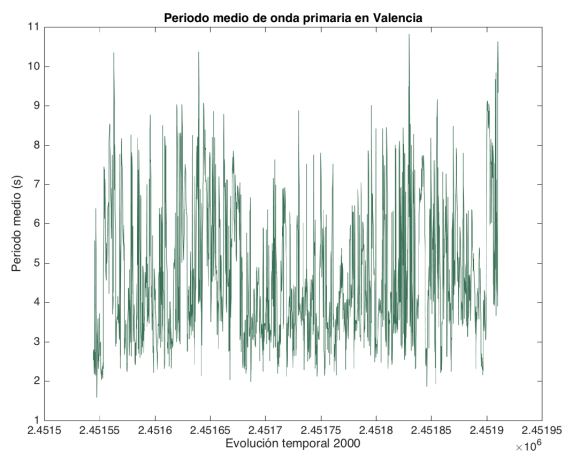
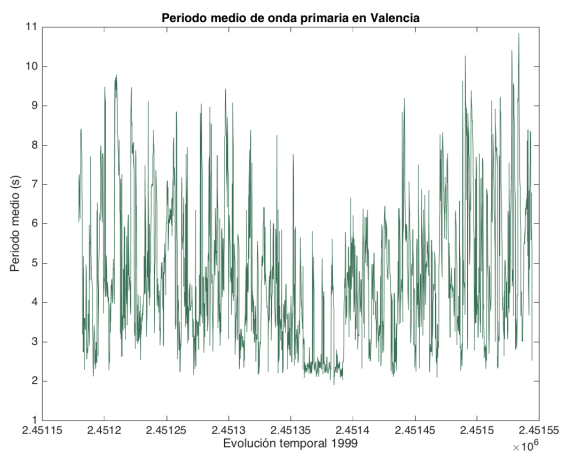
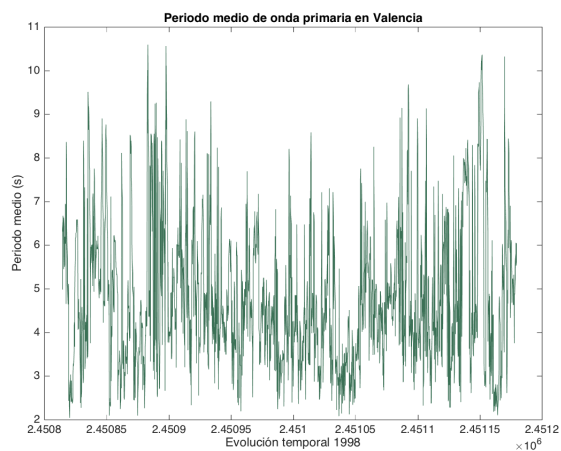
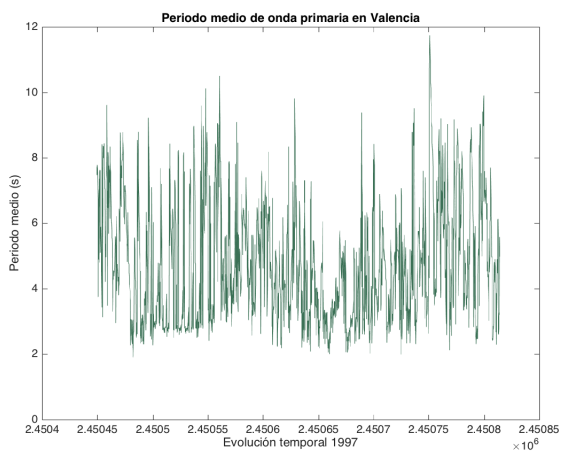
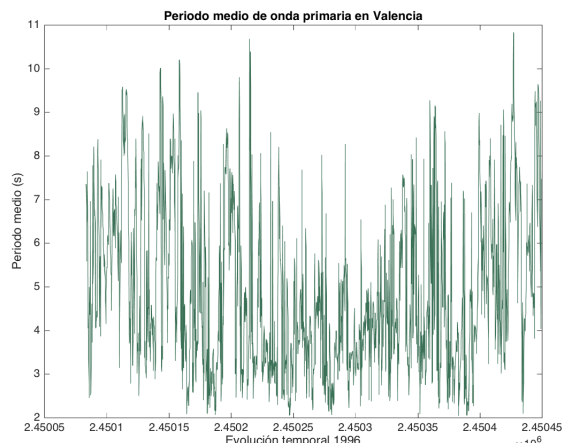
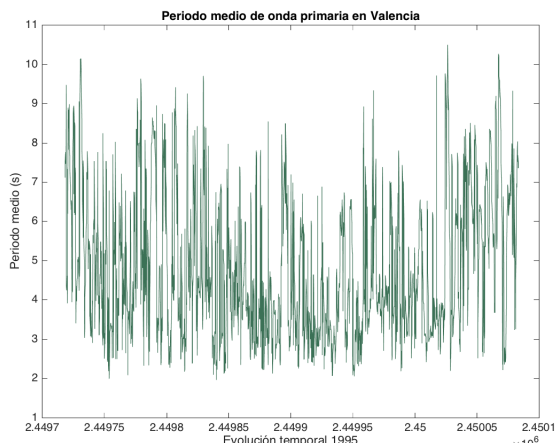


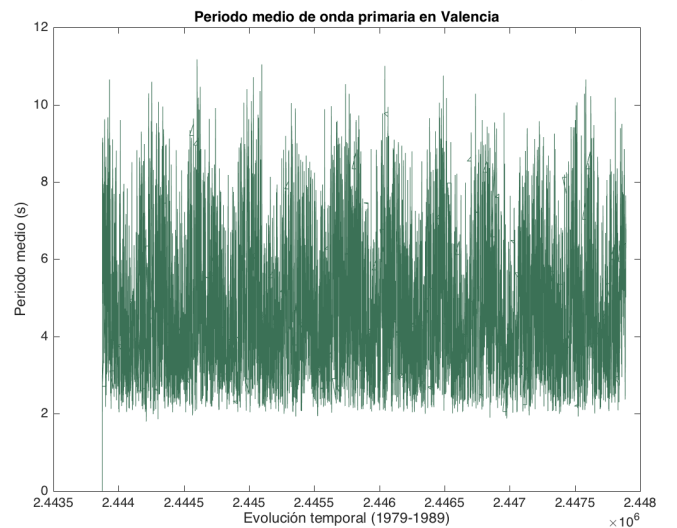
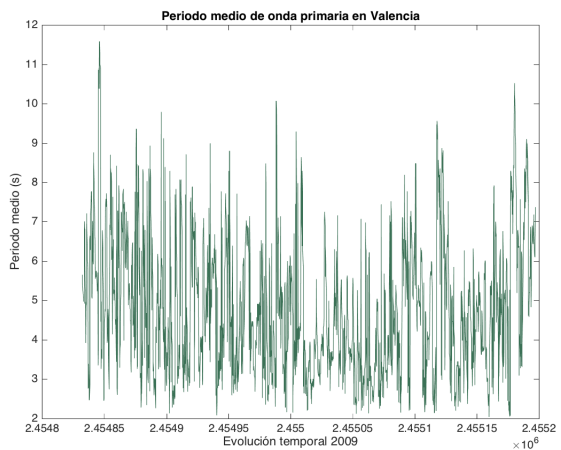
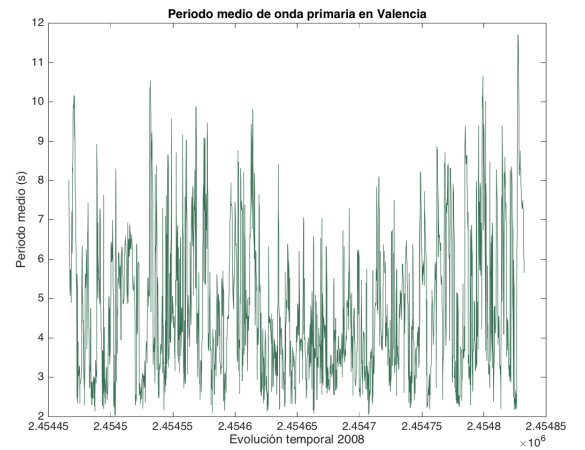
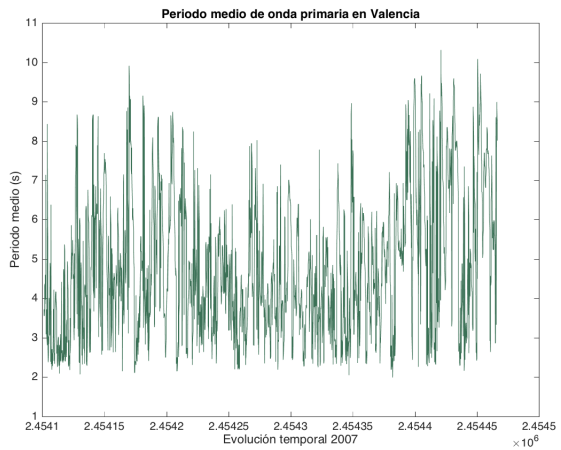
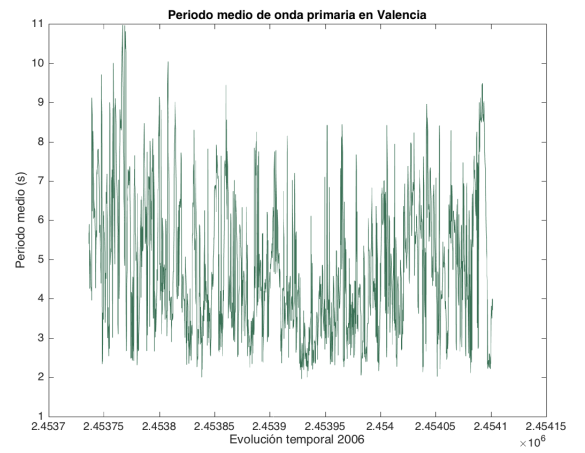
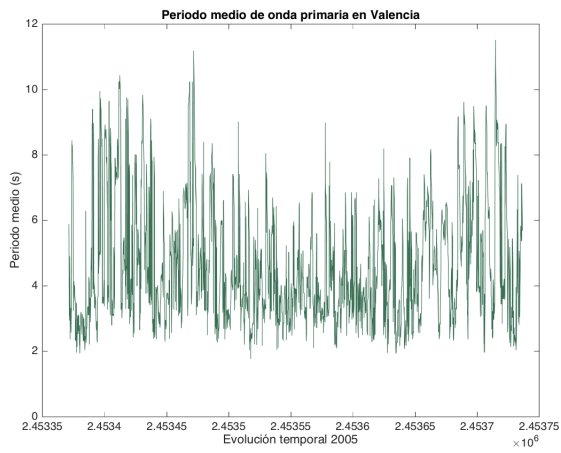
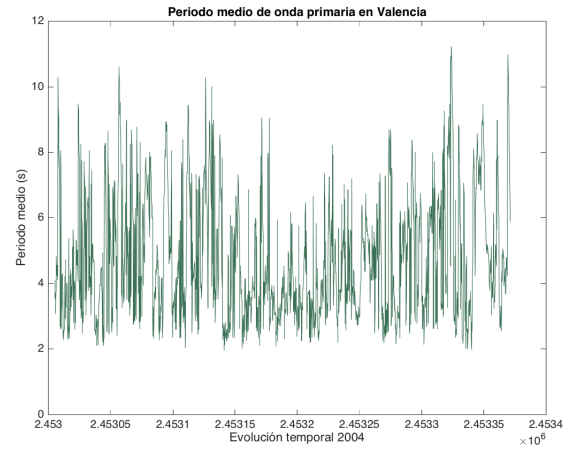
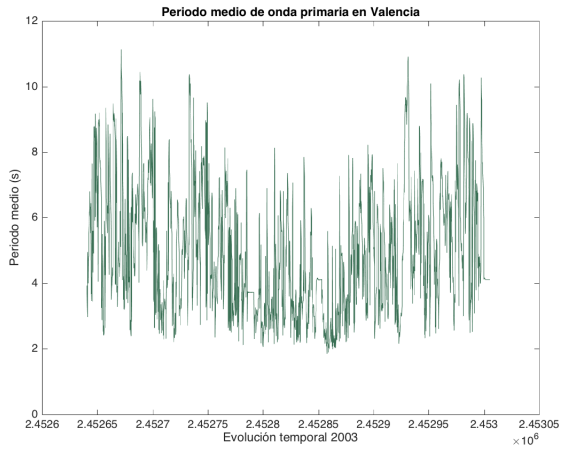


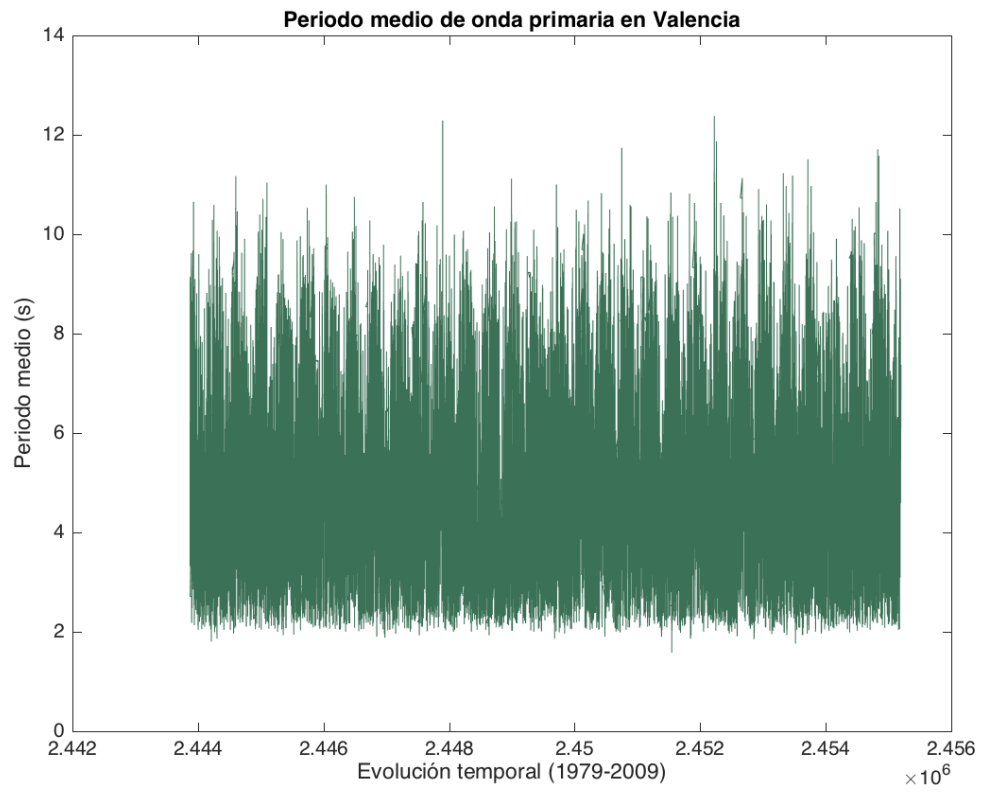
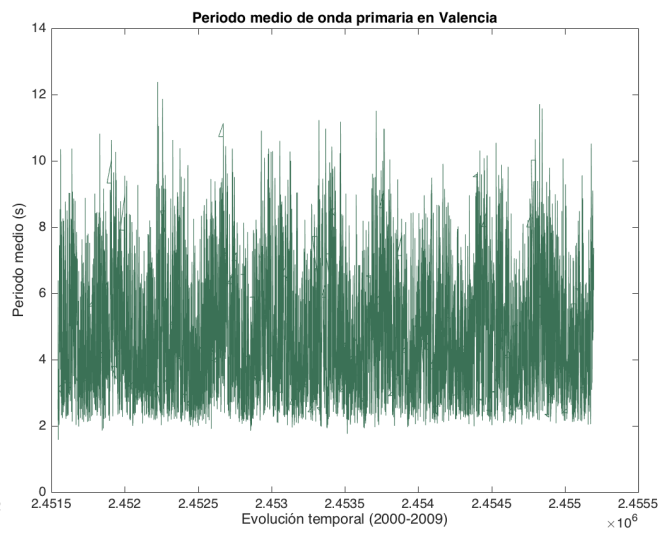
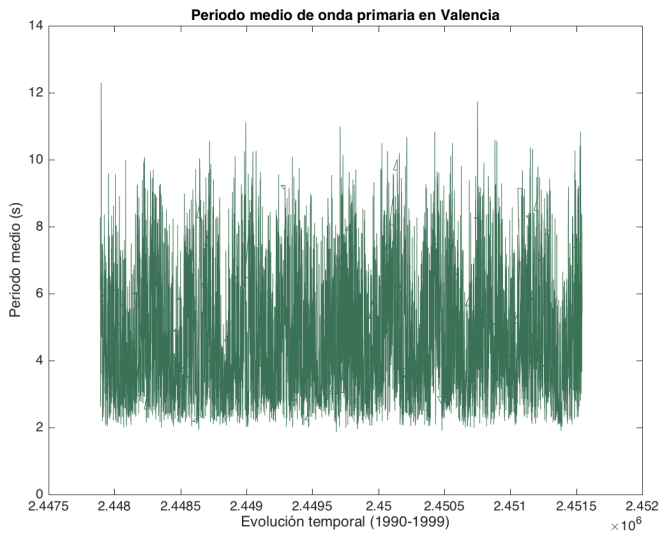
Anexo VIII: Plots de los datos del periodo medio de onda primaria en Valencia:



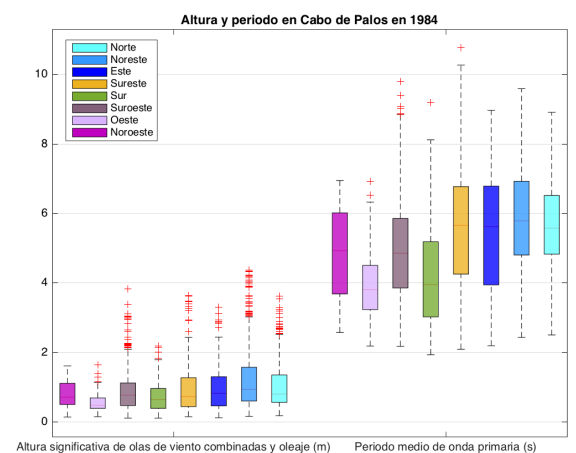
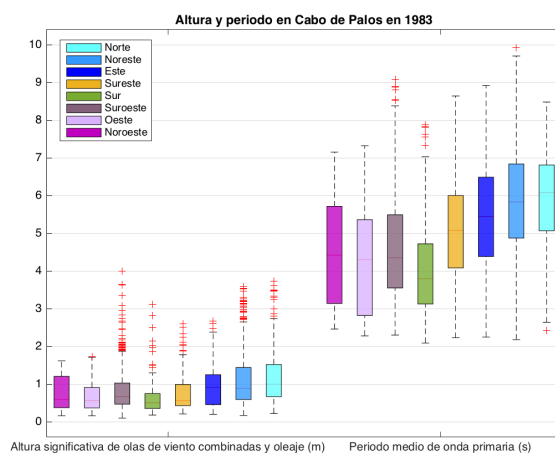
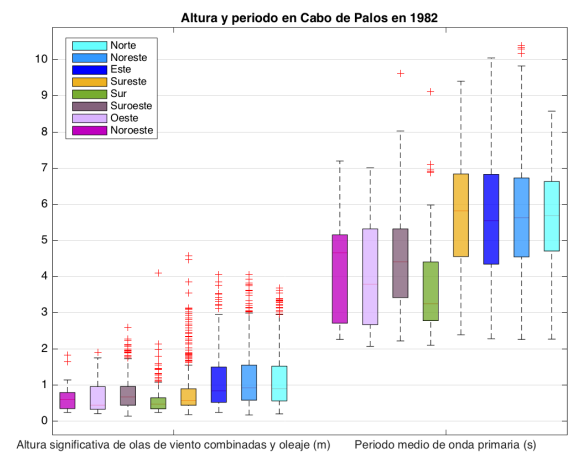
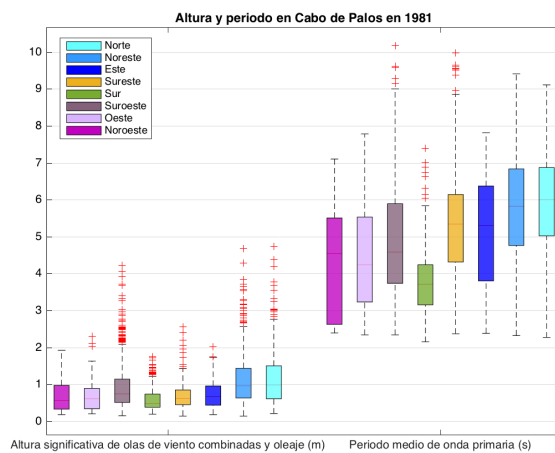
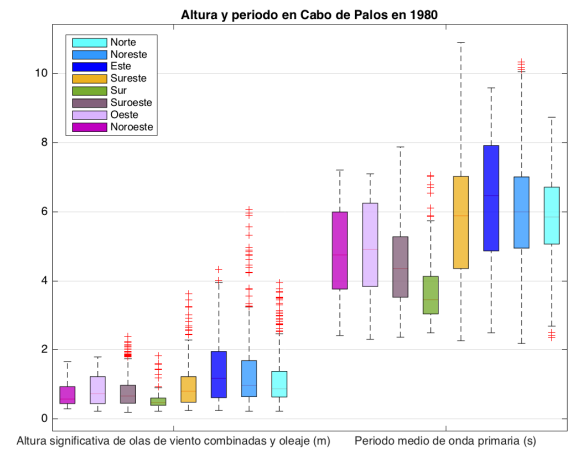
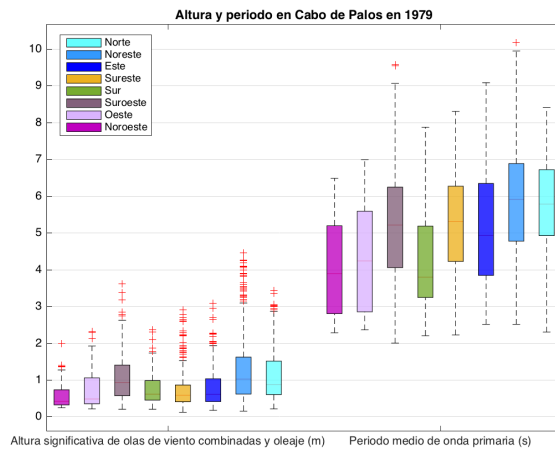


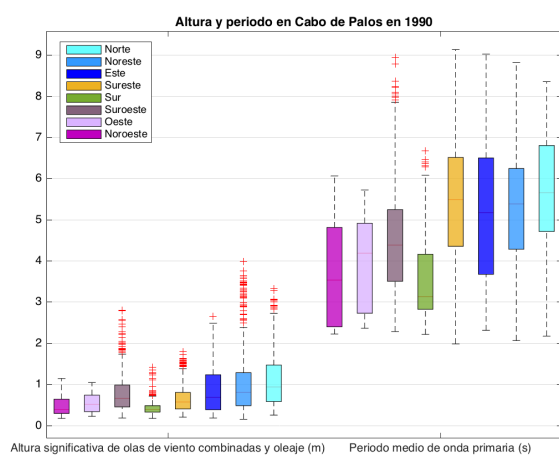
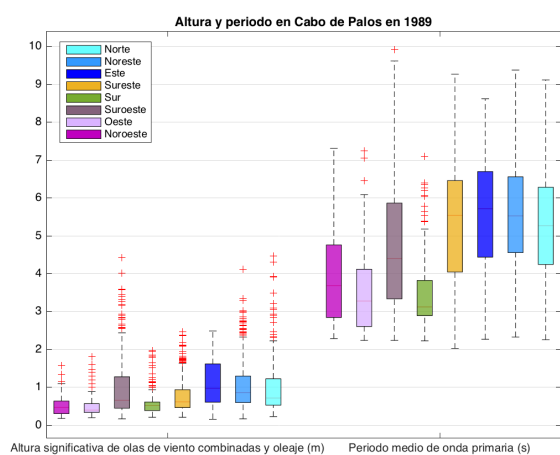
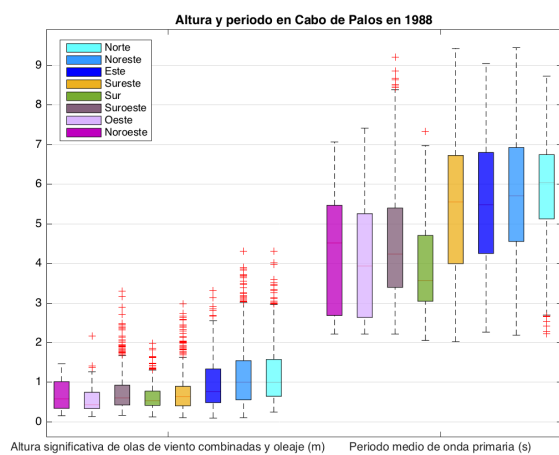
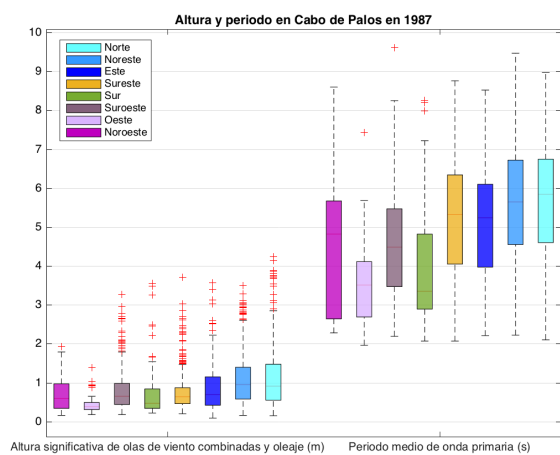
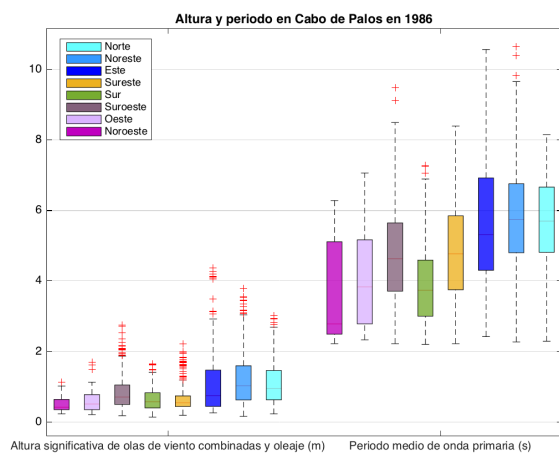
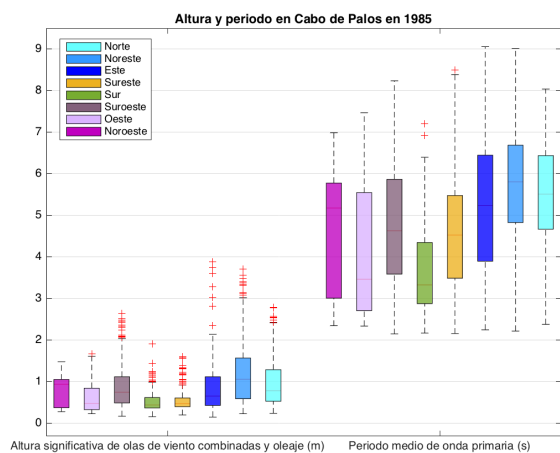


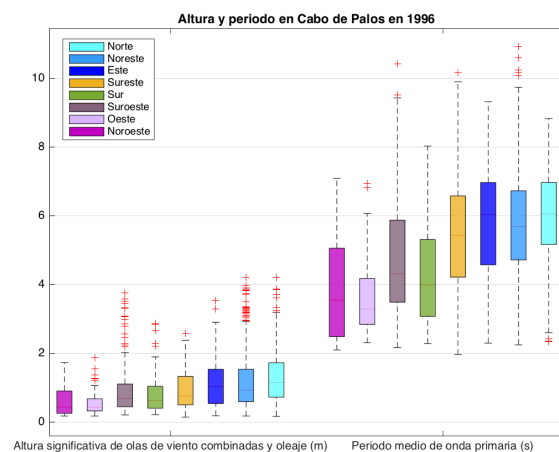
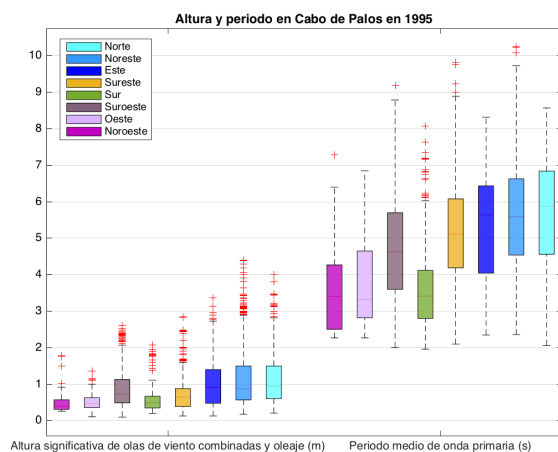
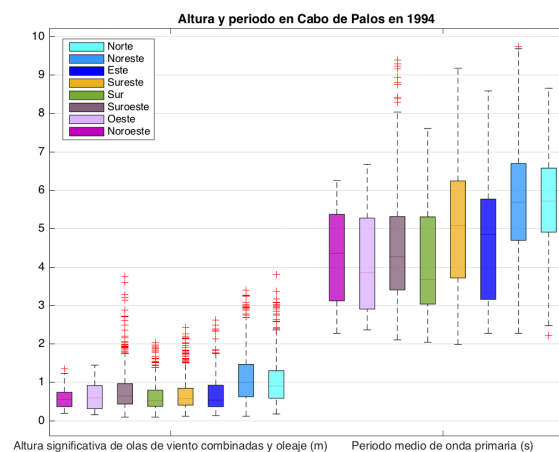
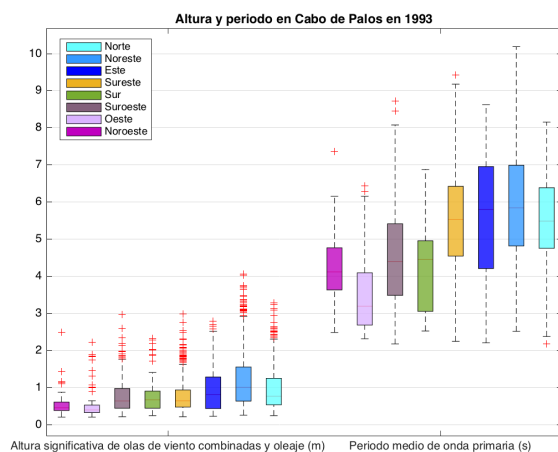
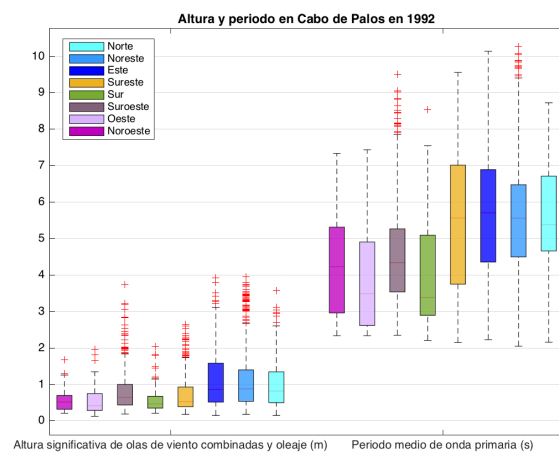
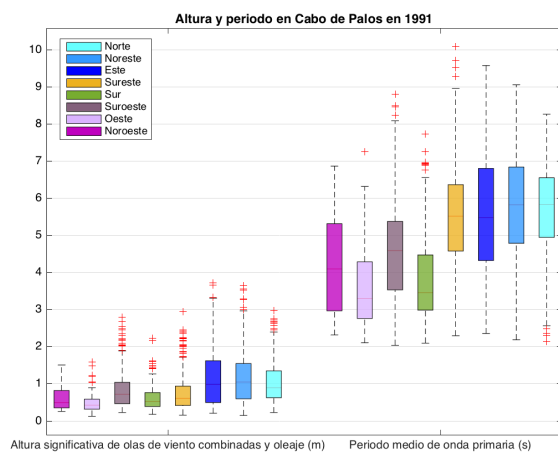


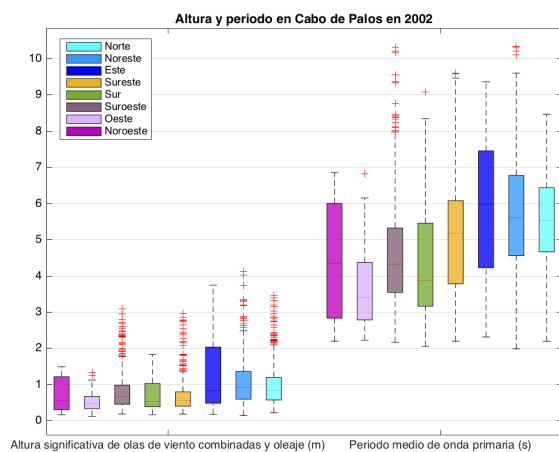
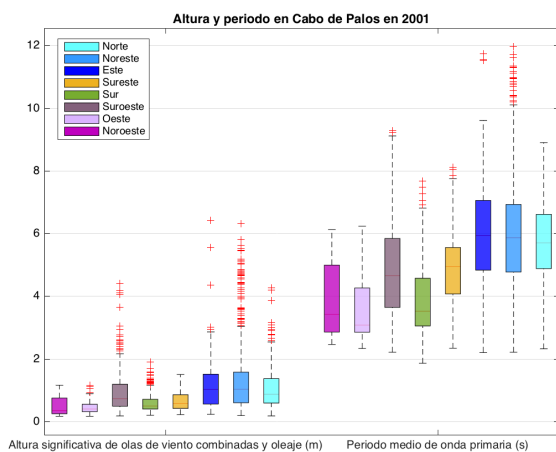
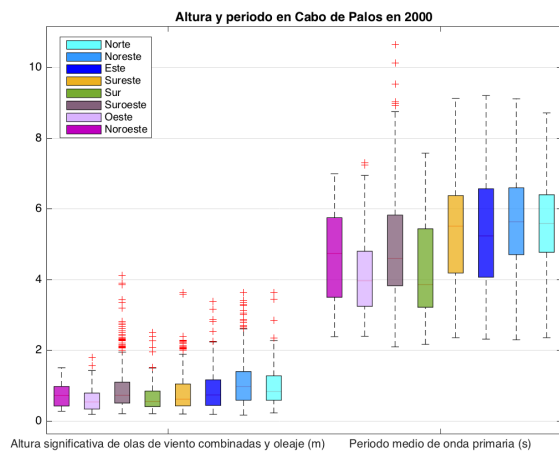
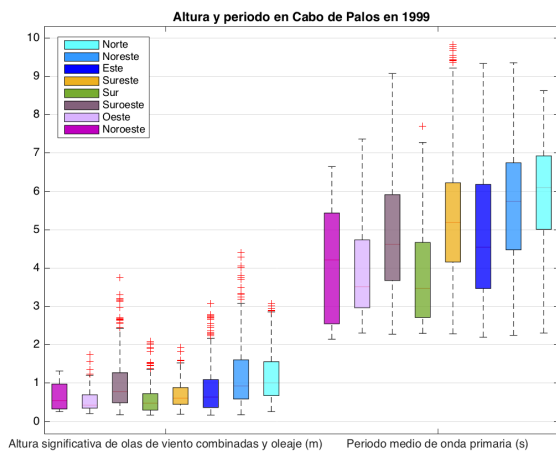
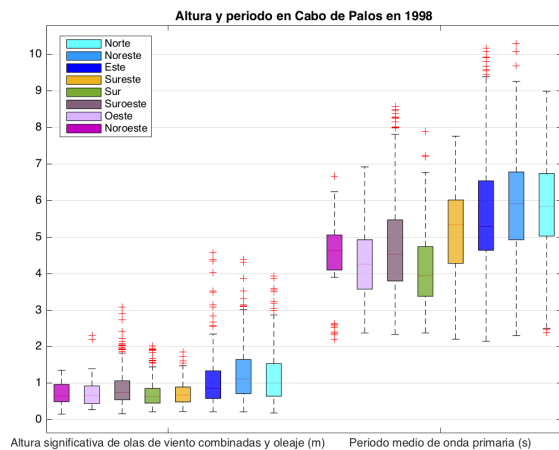
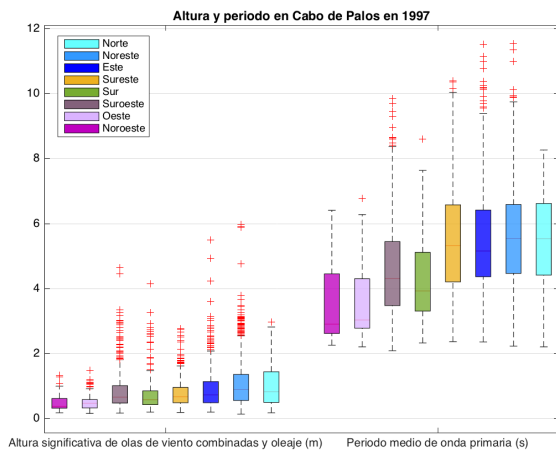


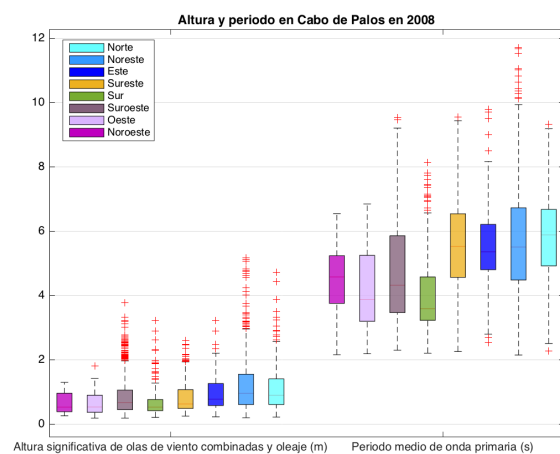
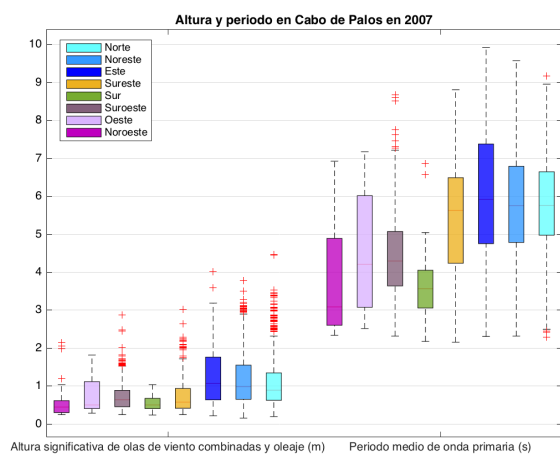
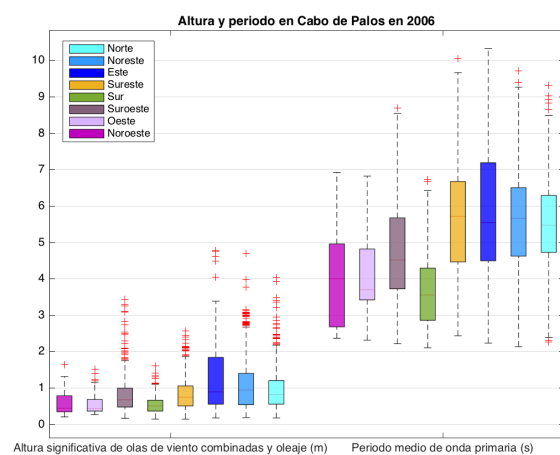
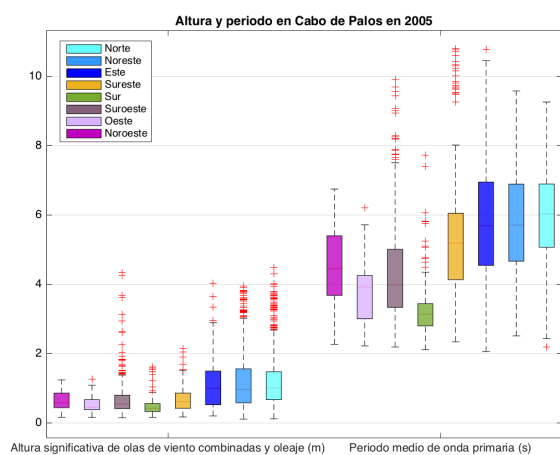
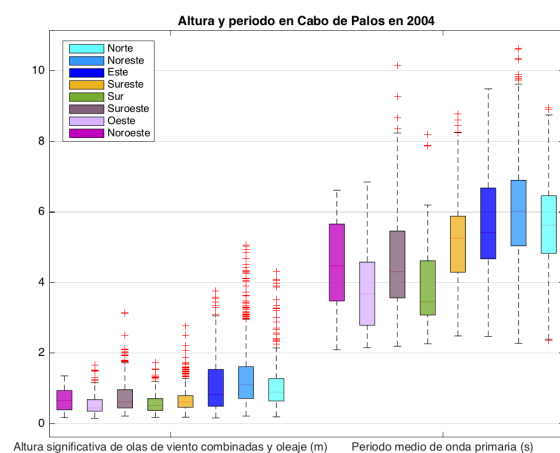
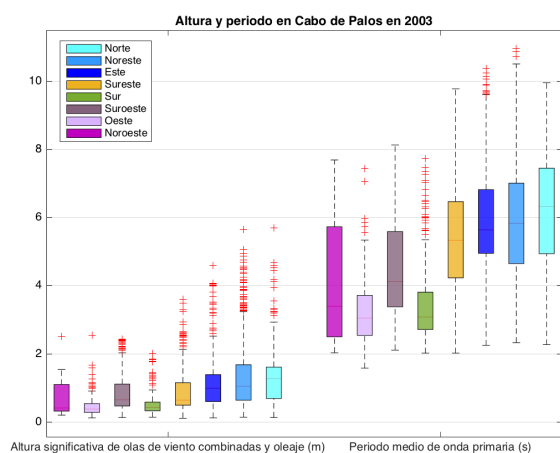
Anexo IX: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Cabo de Palos:

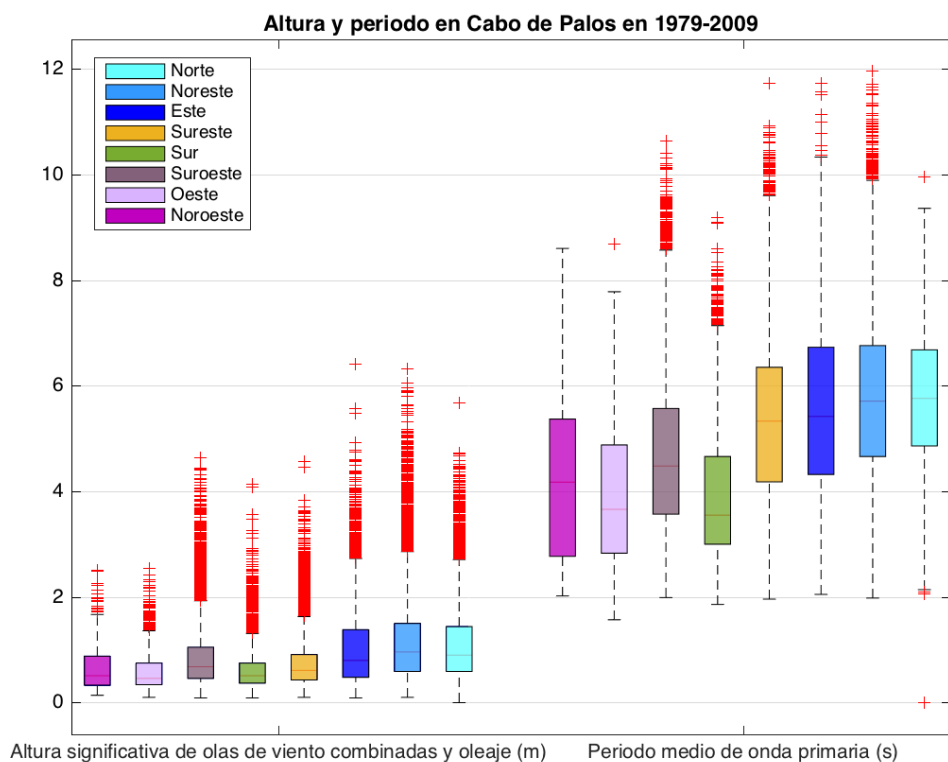
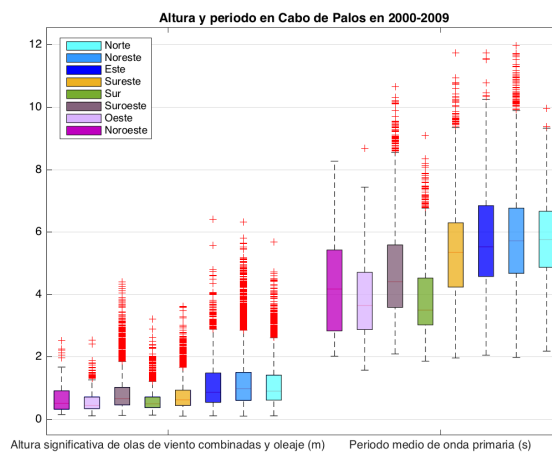
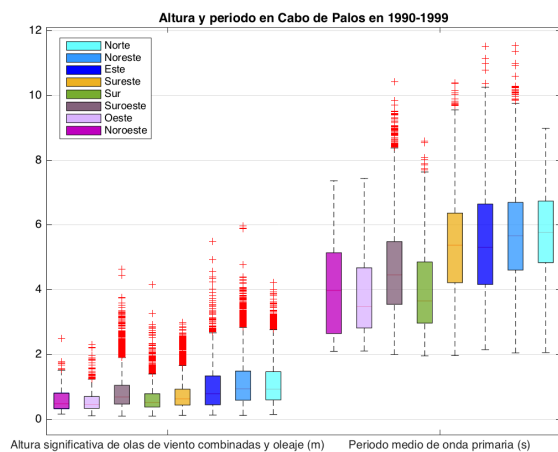
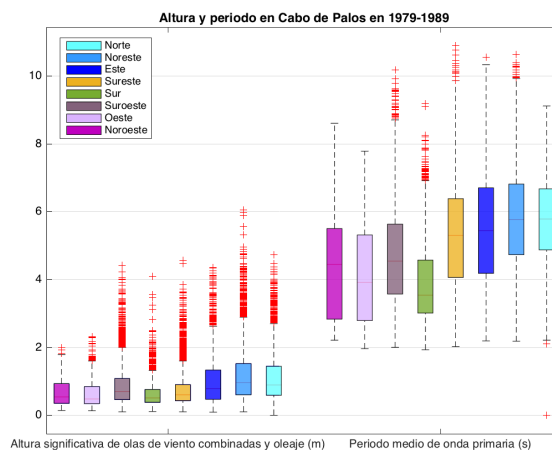
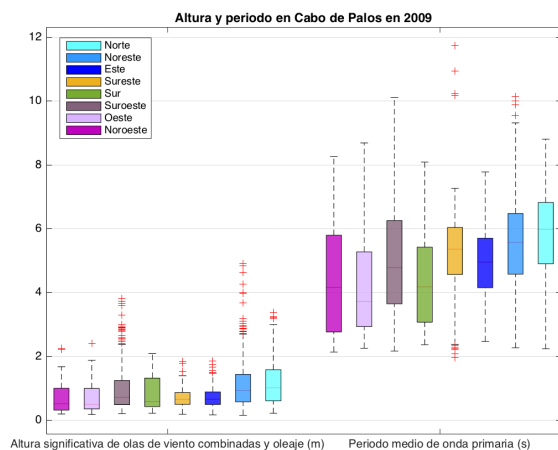




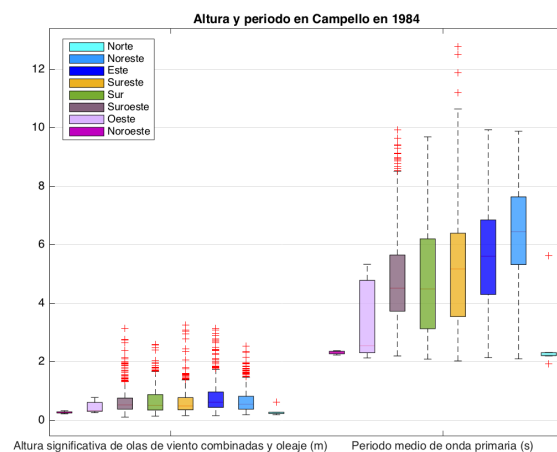
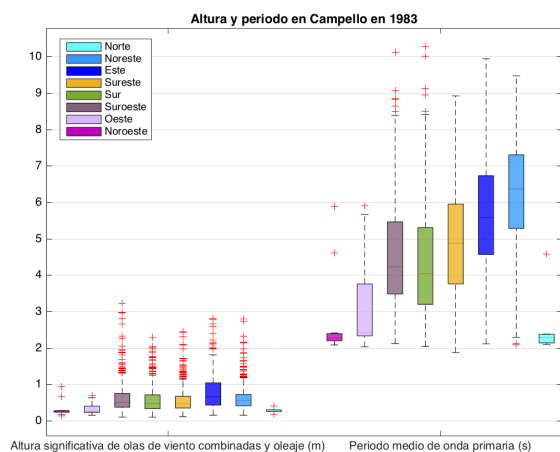
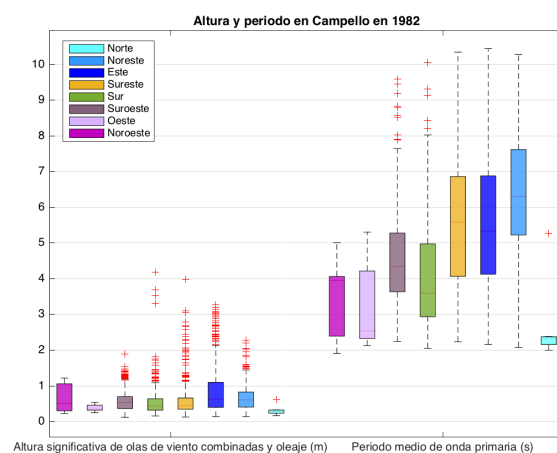
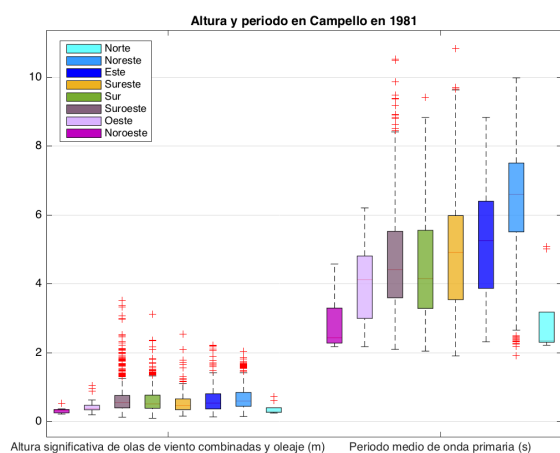
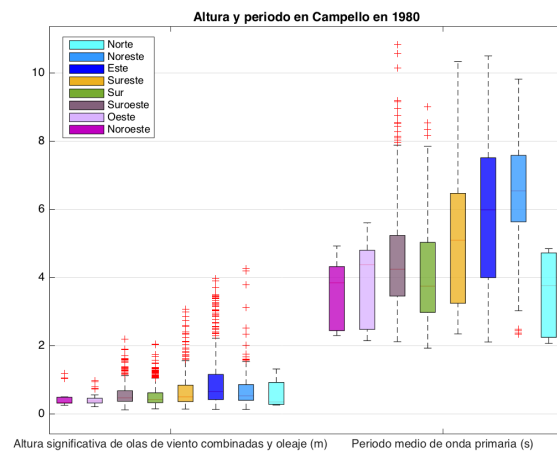
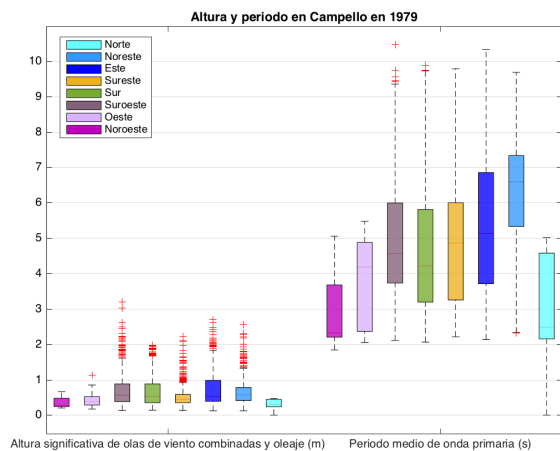


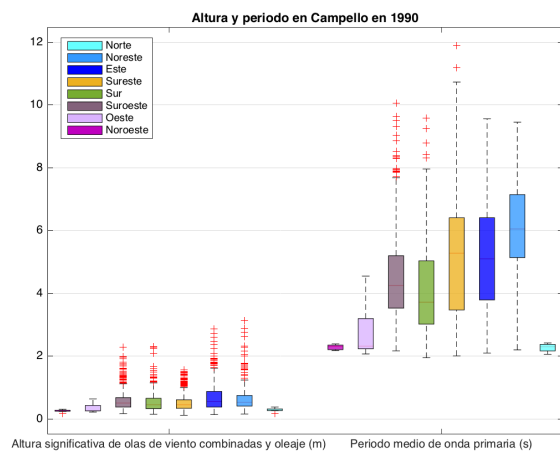
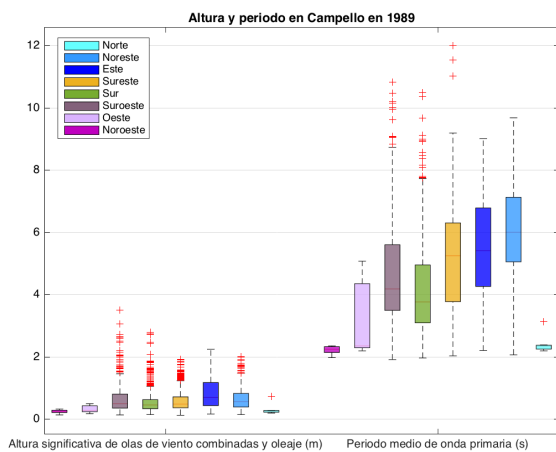
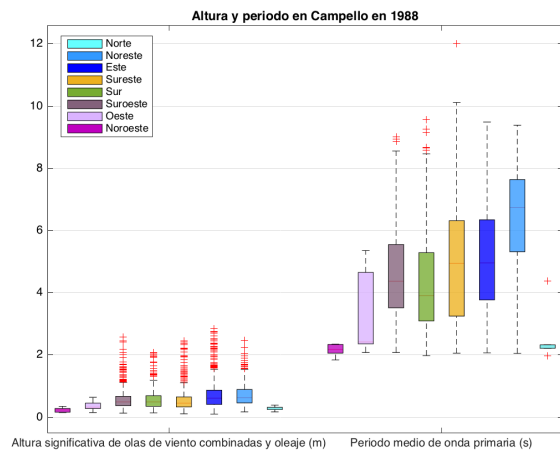
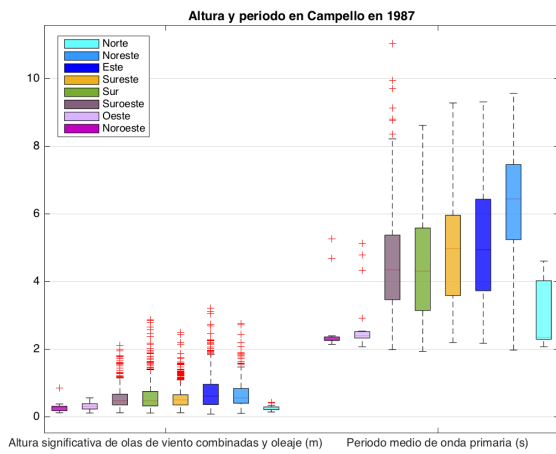
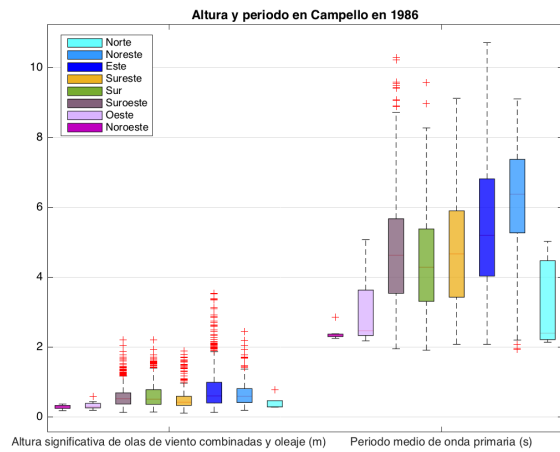
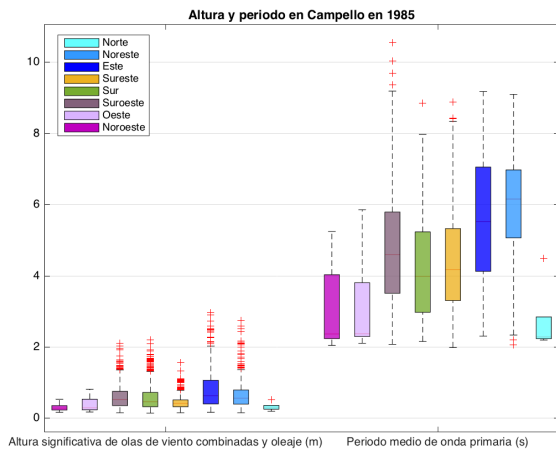


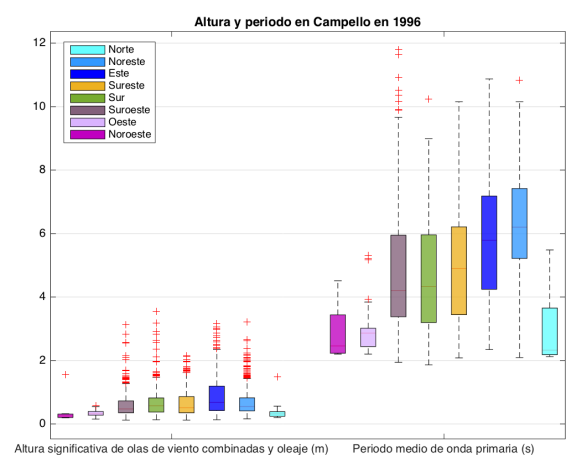
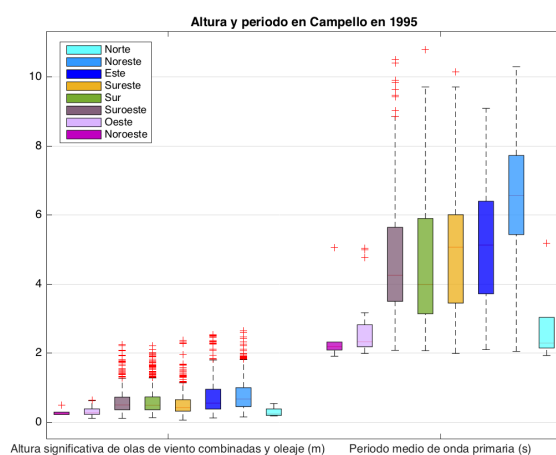
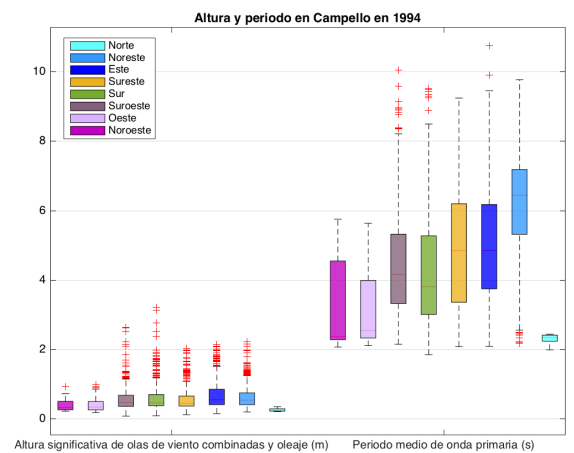
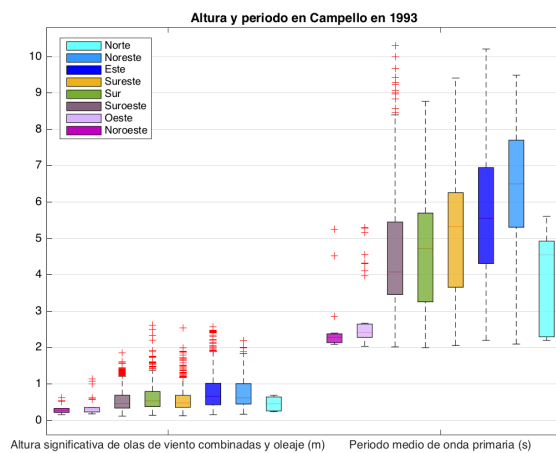
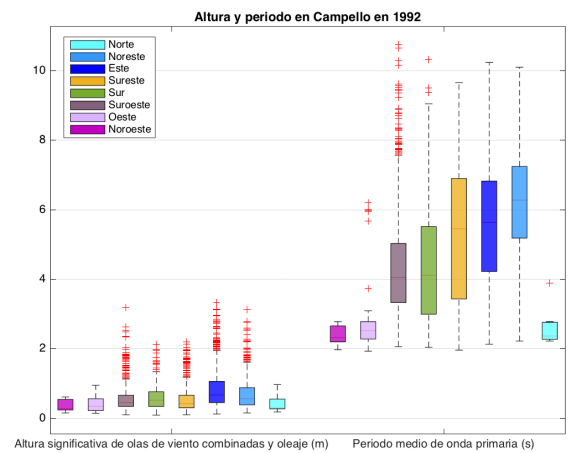
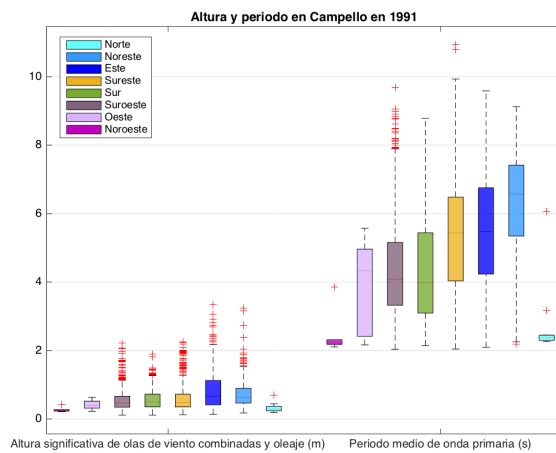


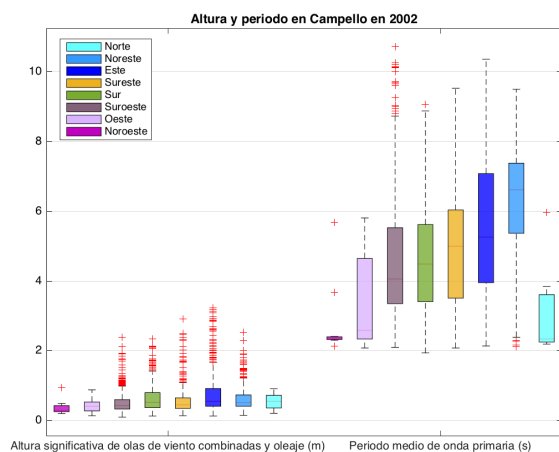
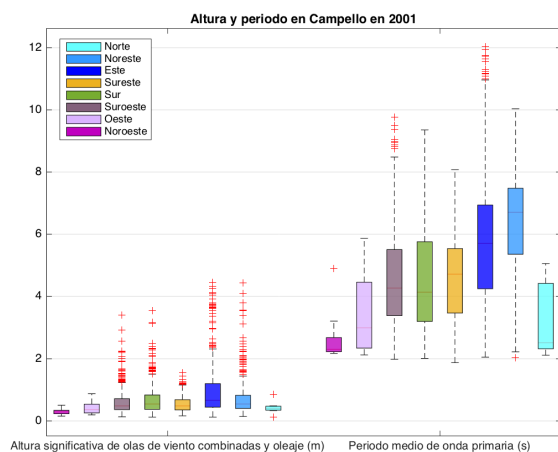
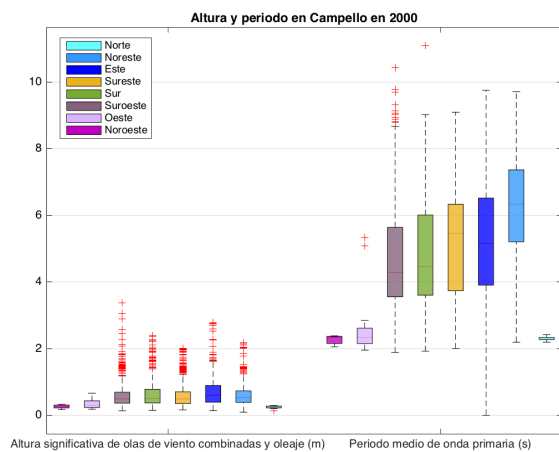
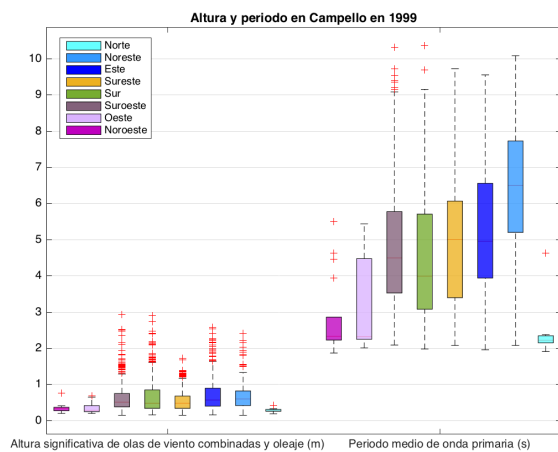
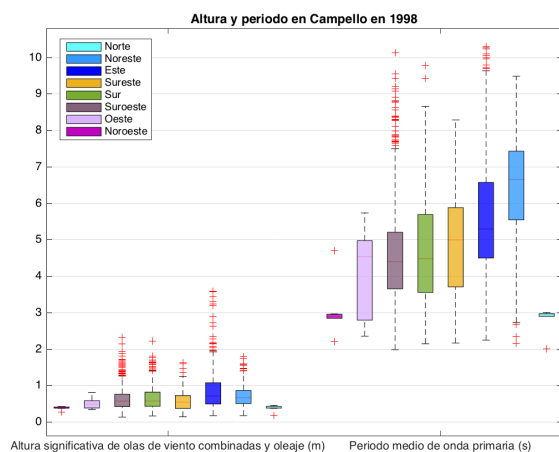
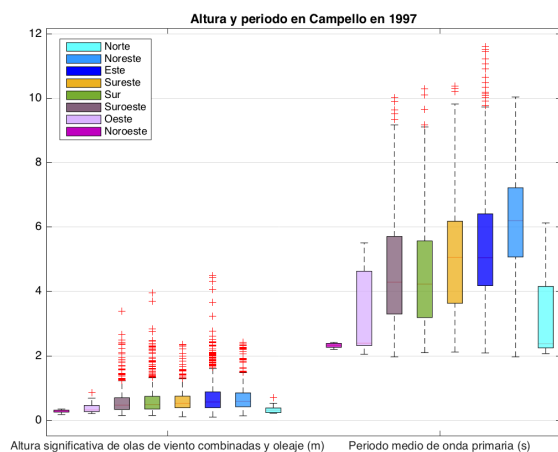


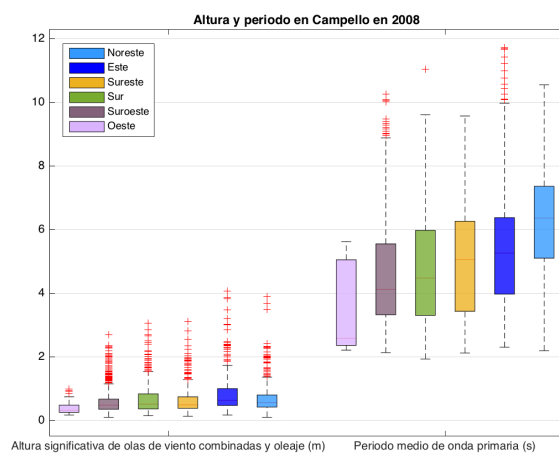
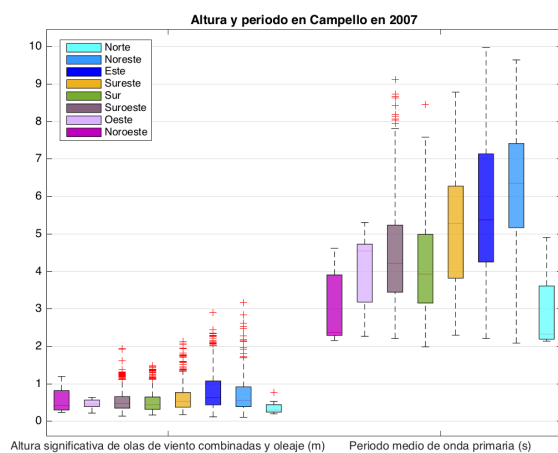
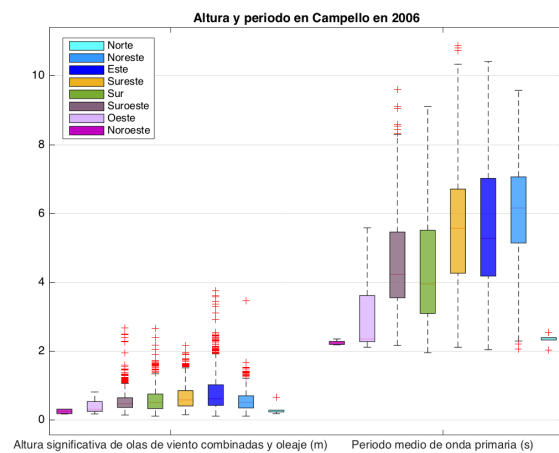
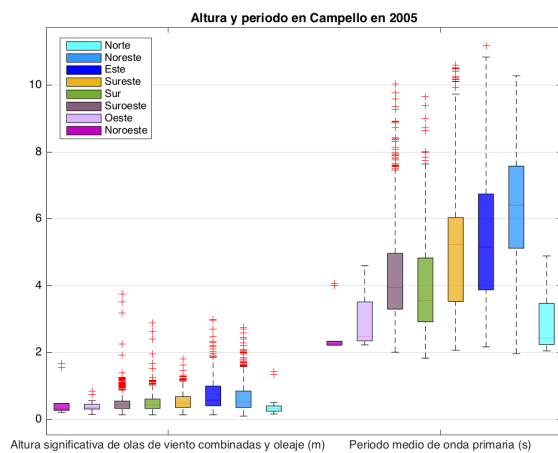
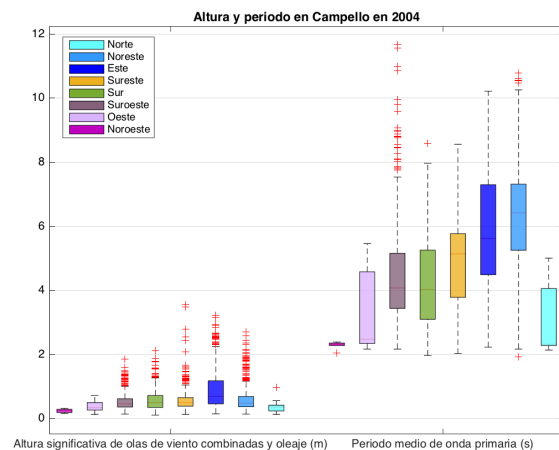
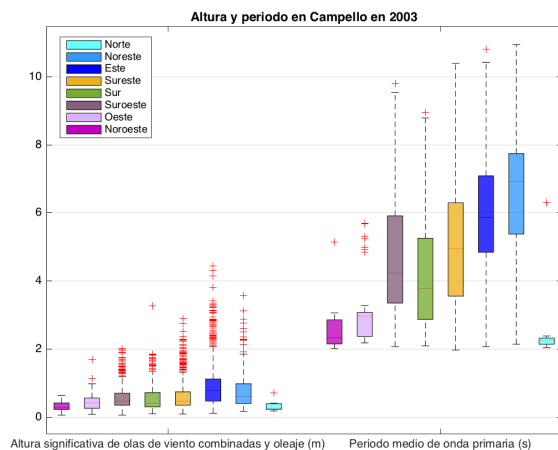
Anexo X: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Campello:

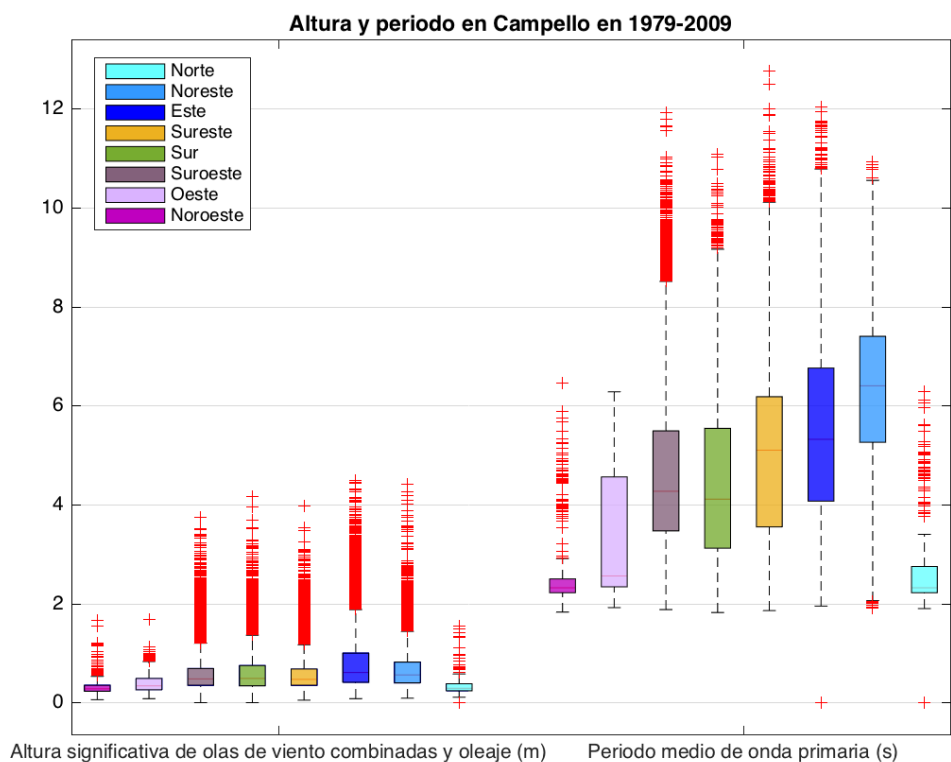
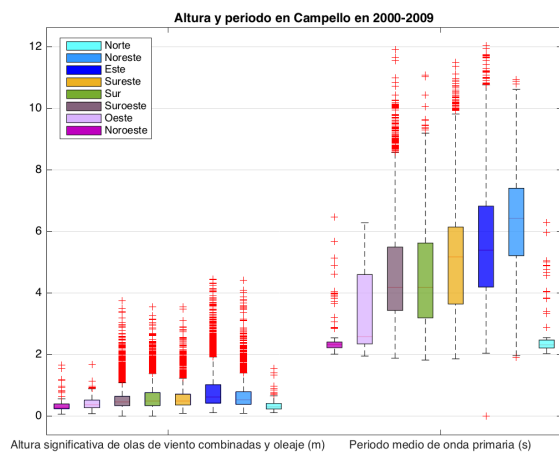
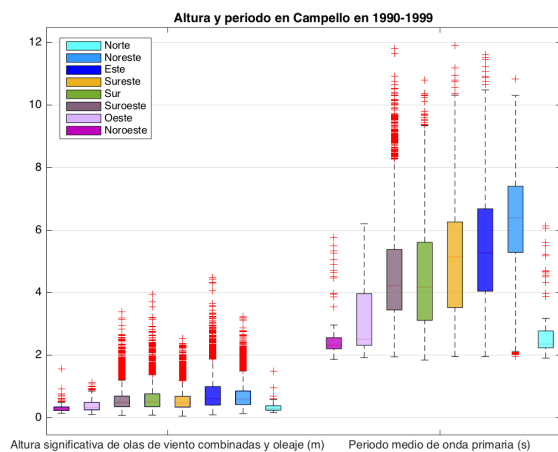
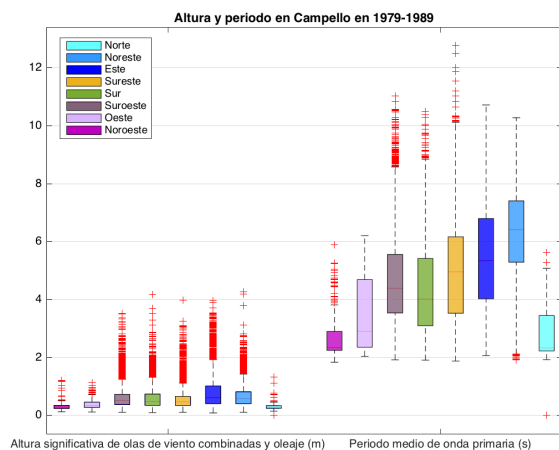
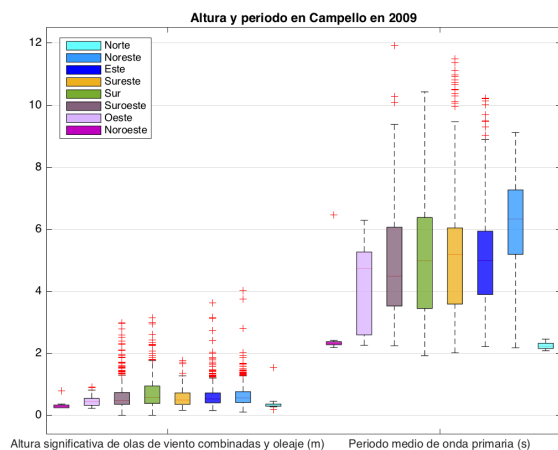




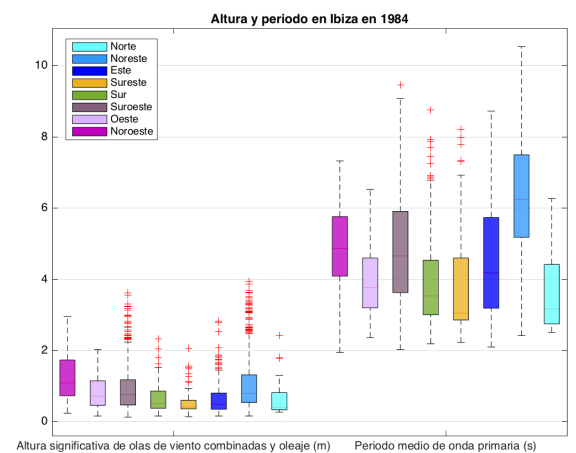
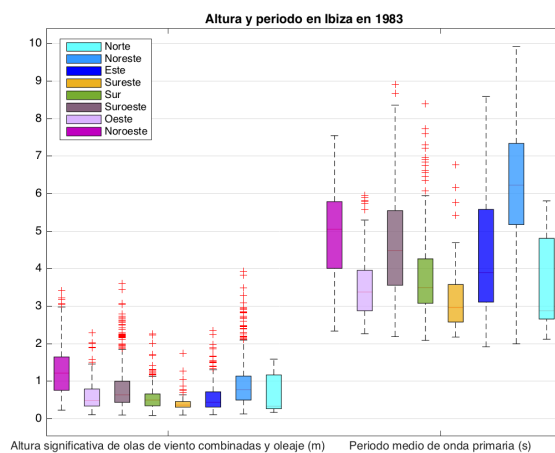
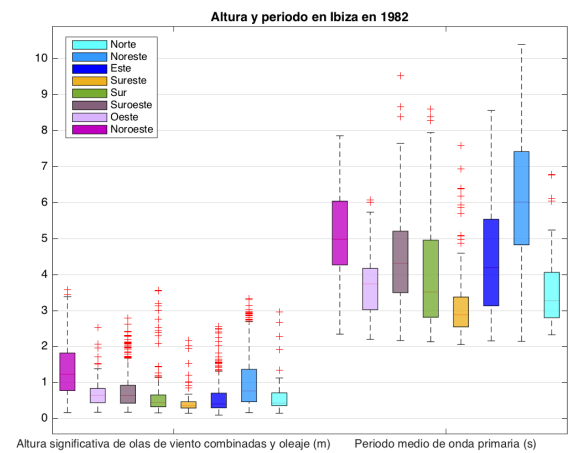
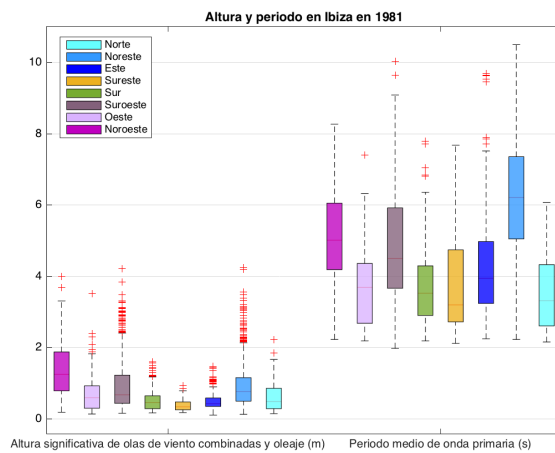
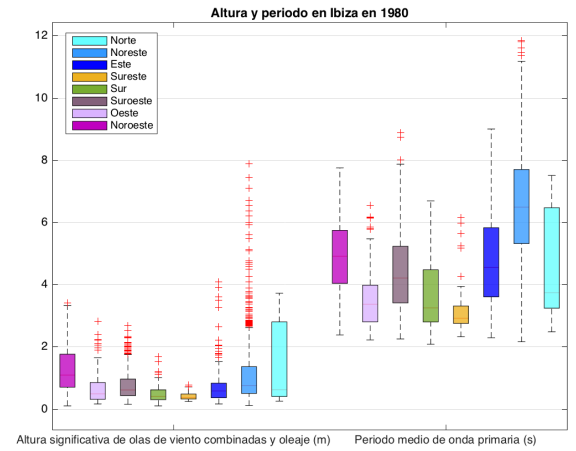
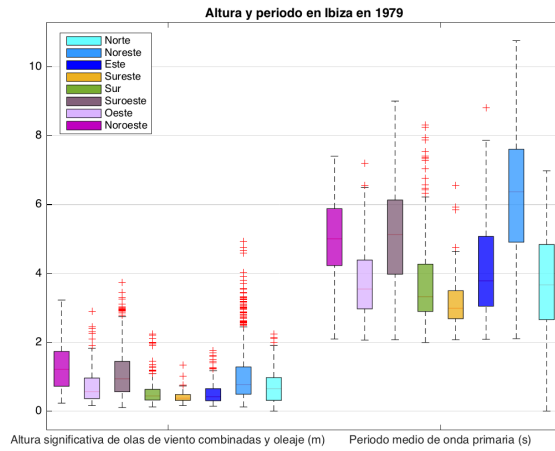


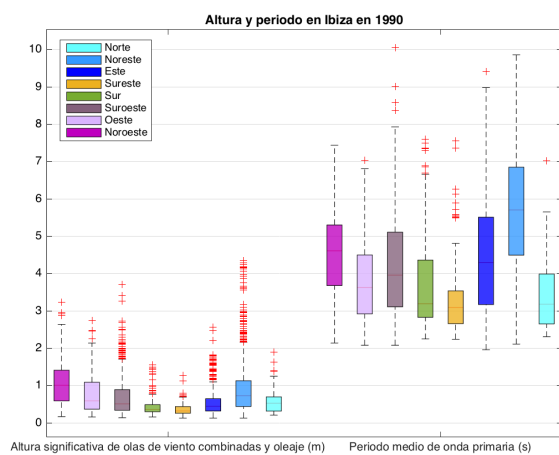
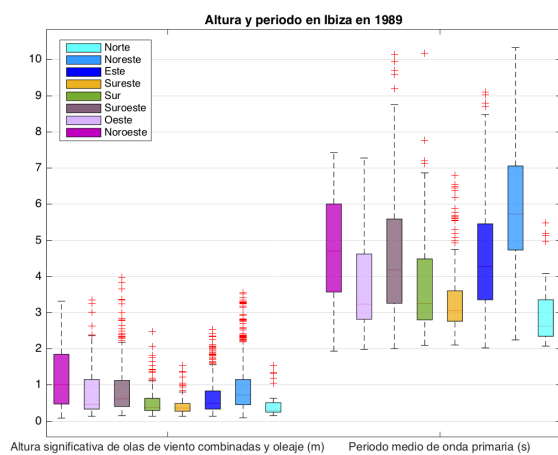
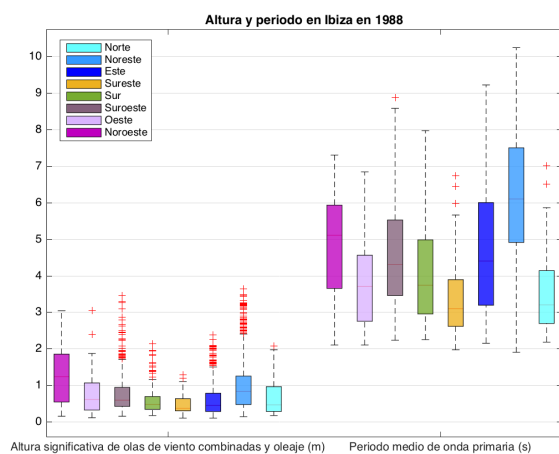
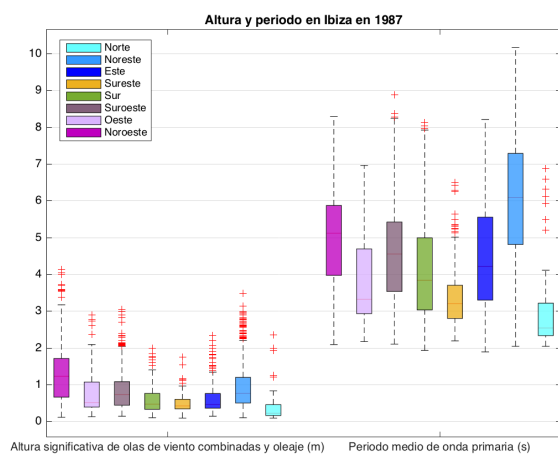
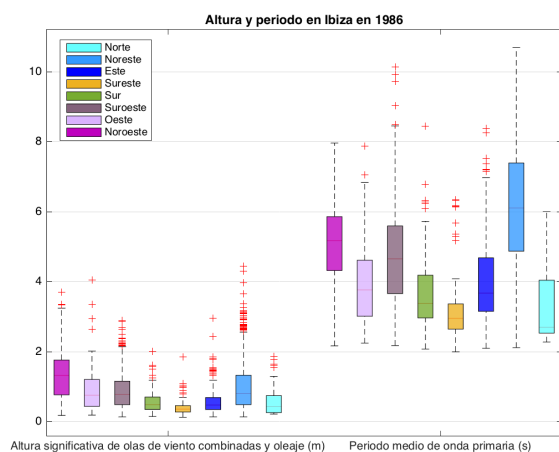
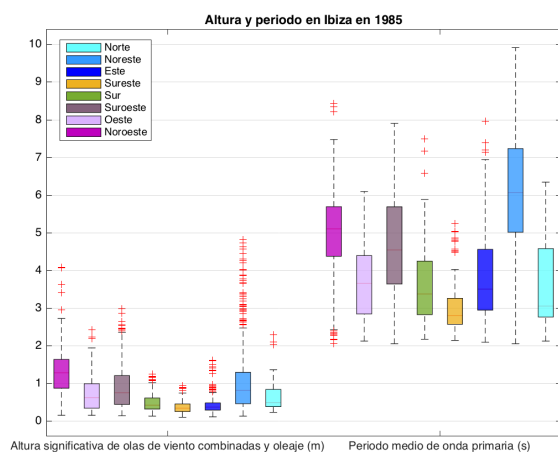


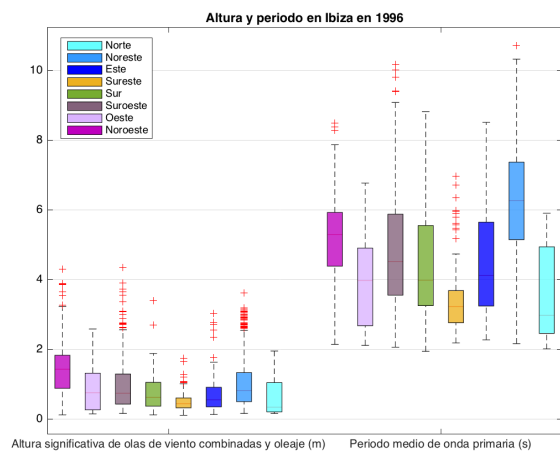
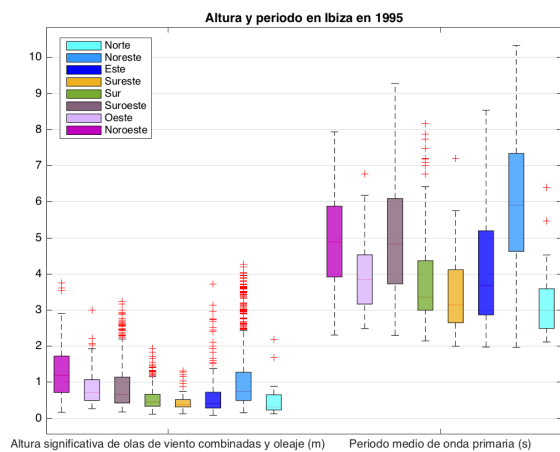
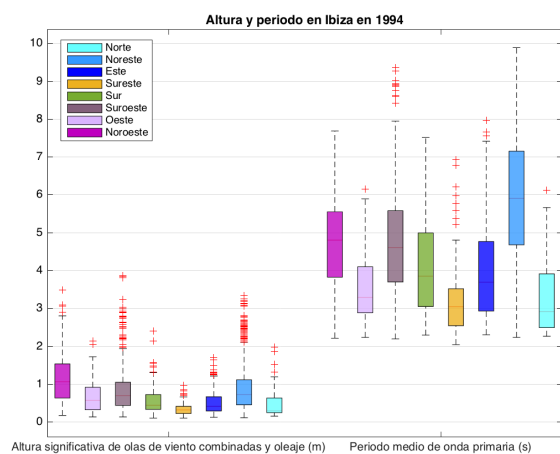
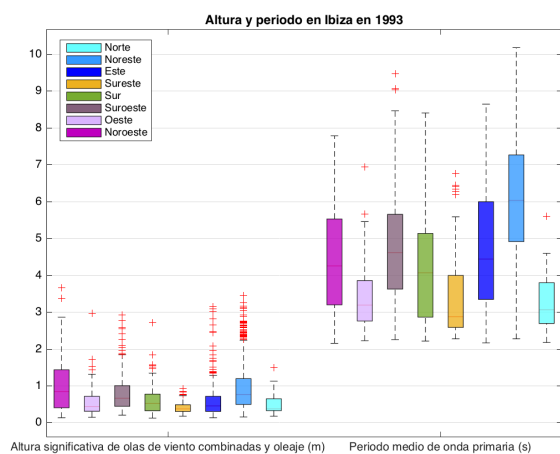
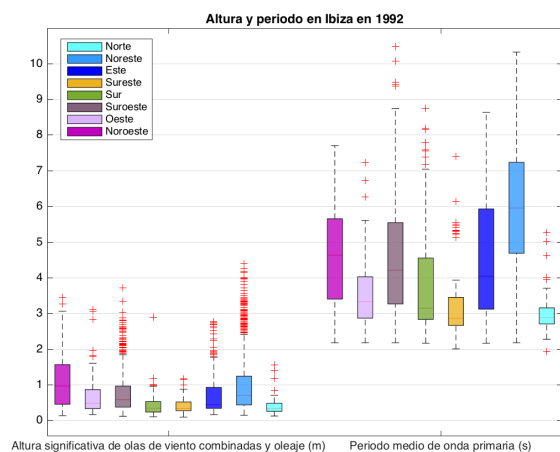
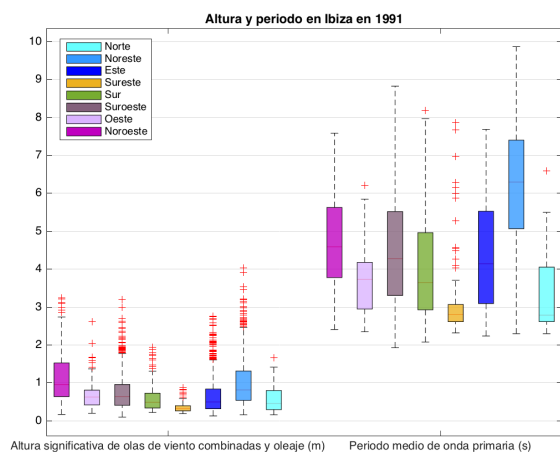


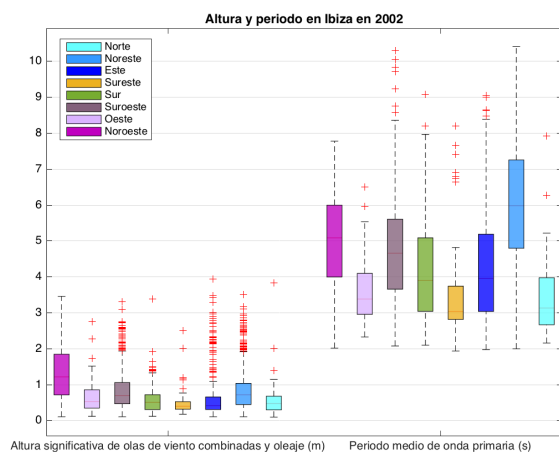
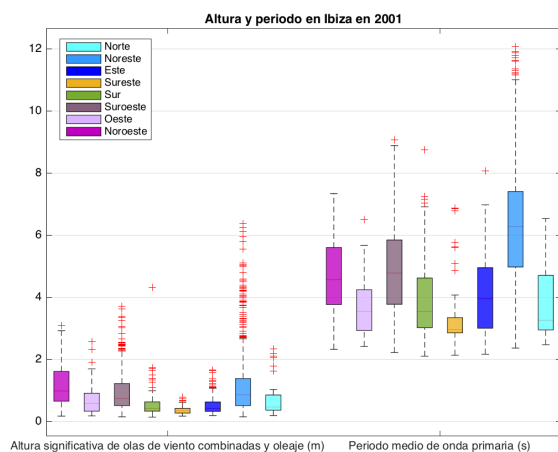
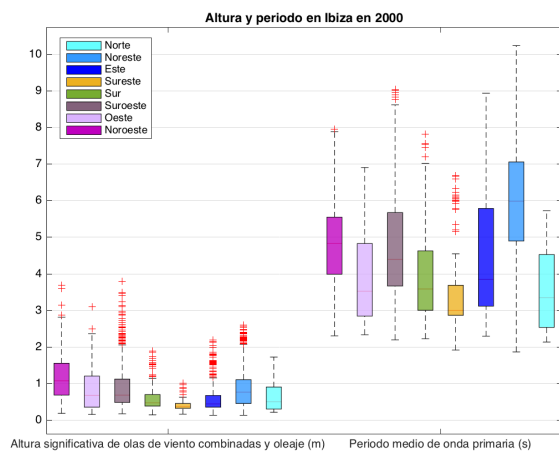
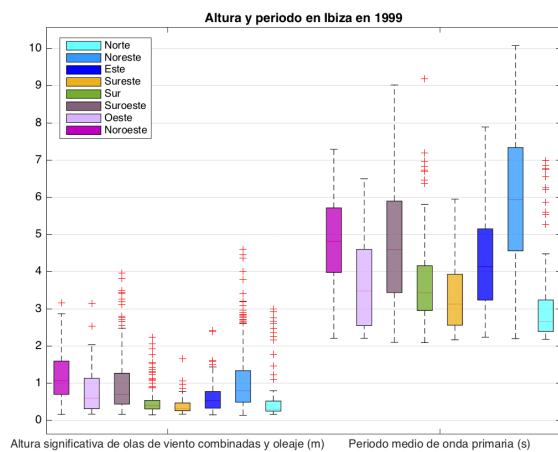
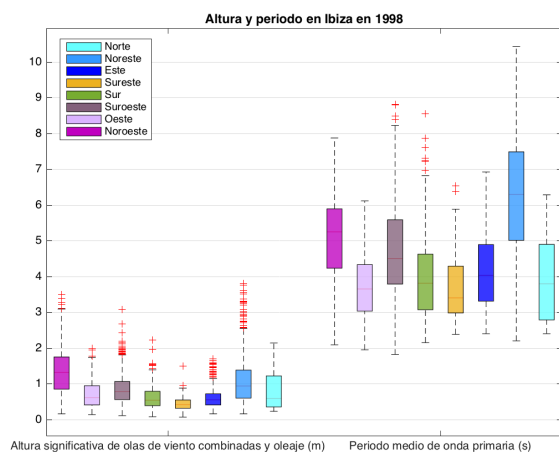
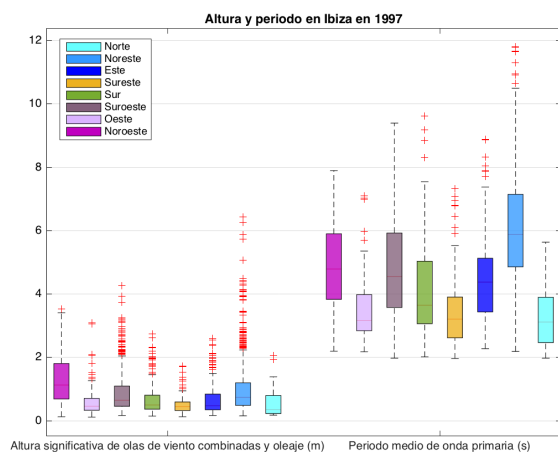


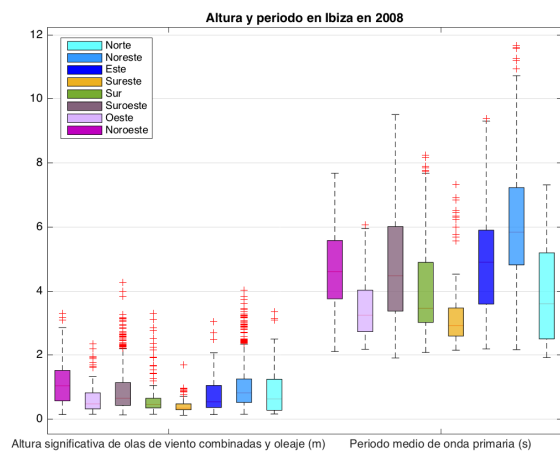
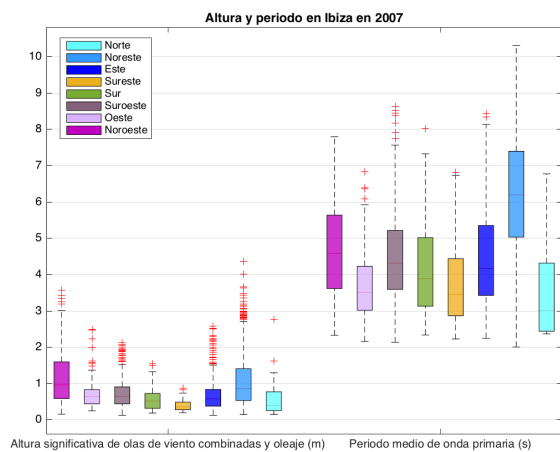
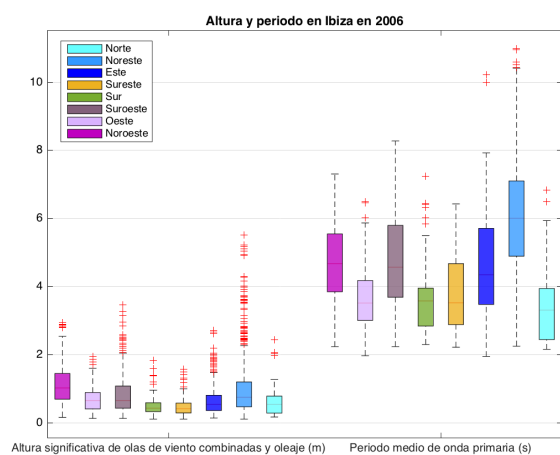
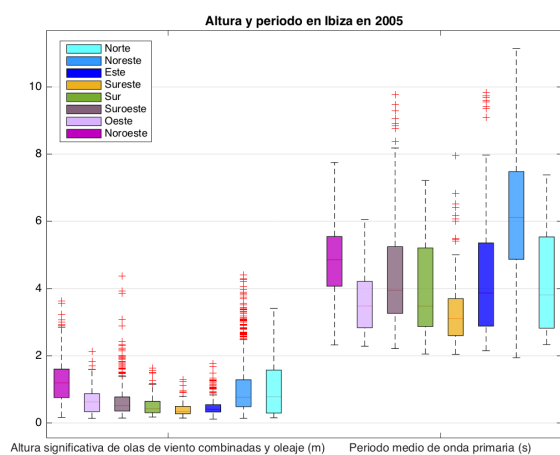
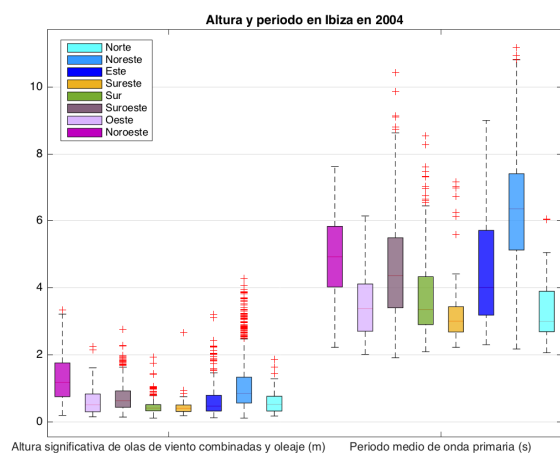
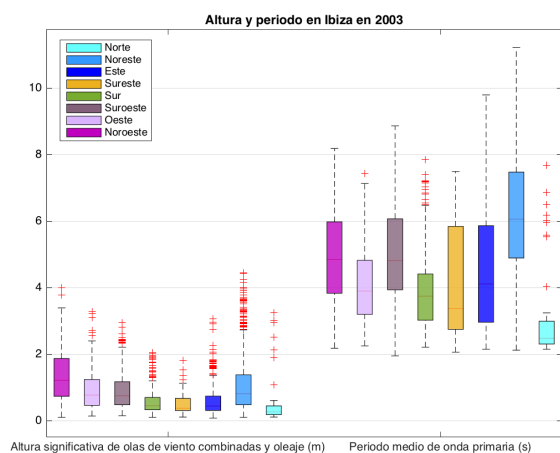
Anexo XI: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Ibiza:

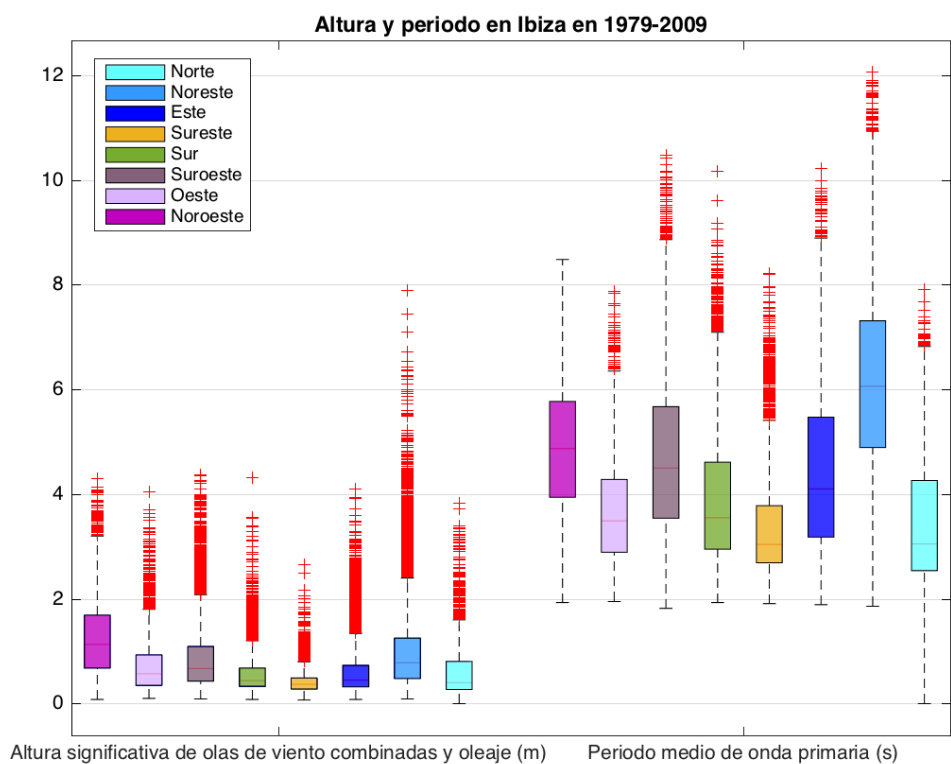
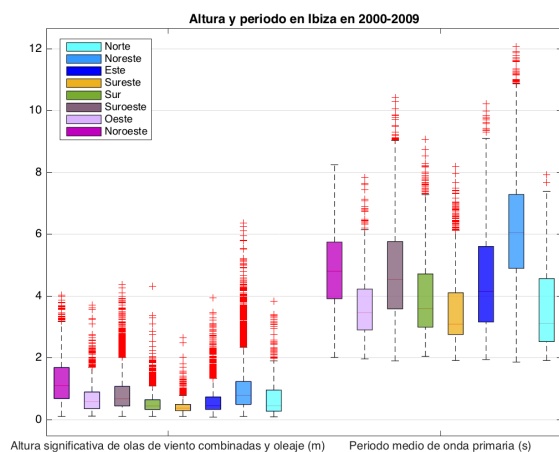
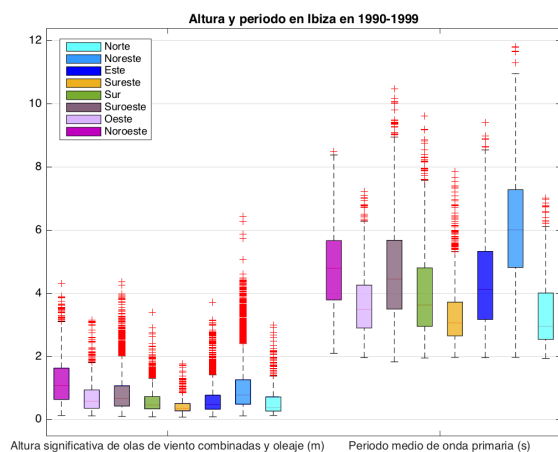
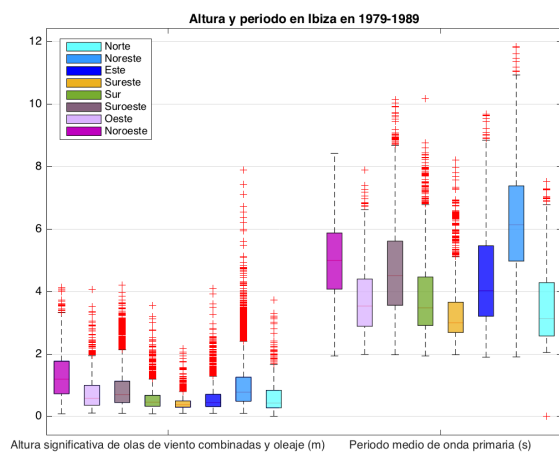
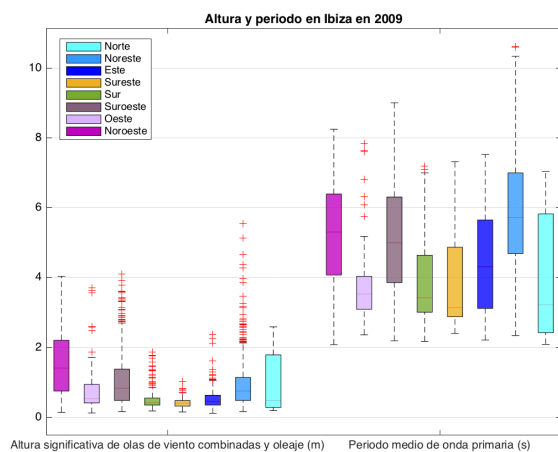




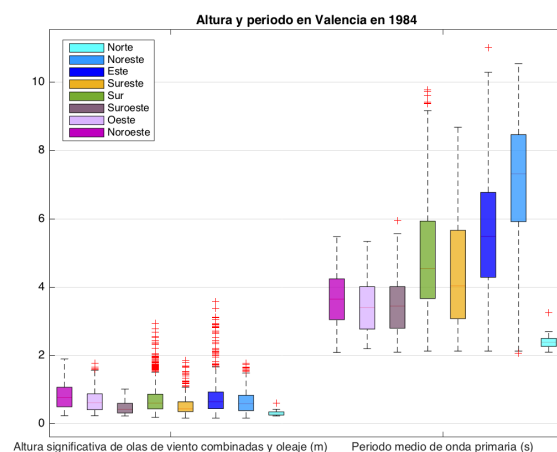
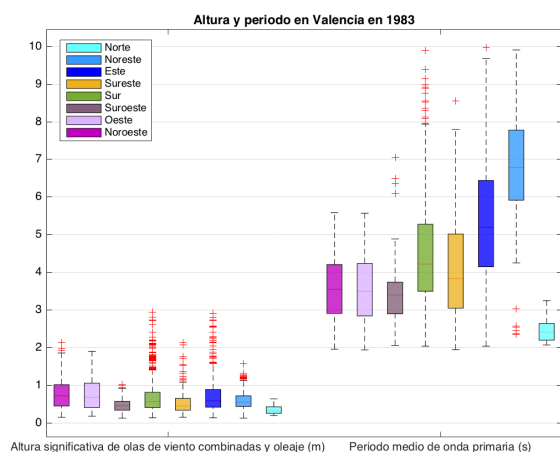
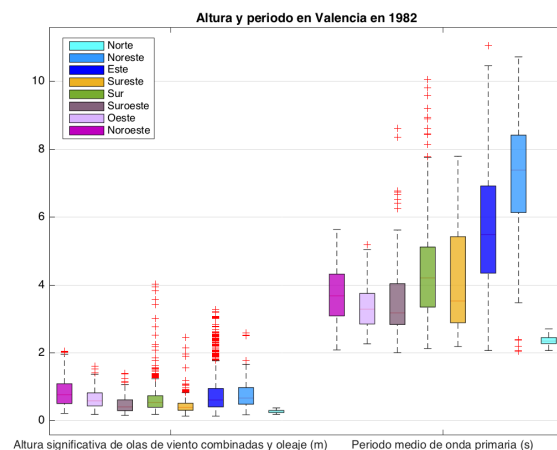
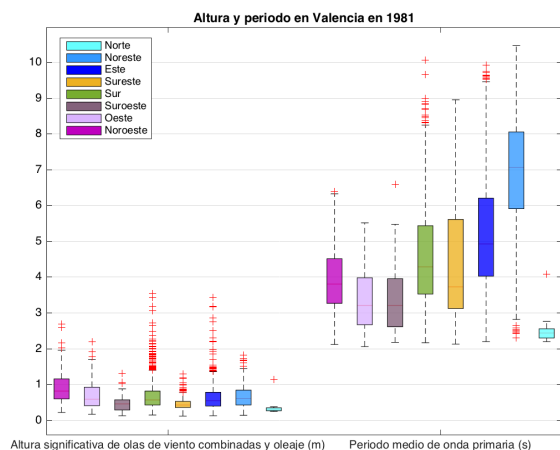
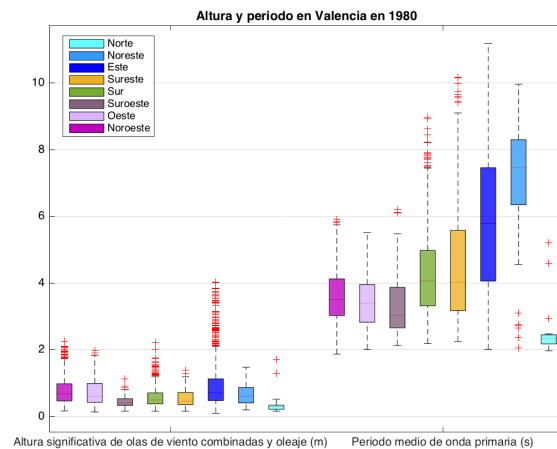
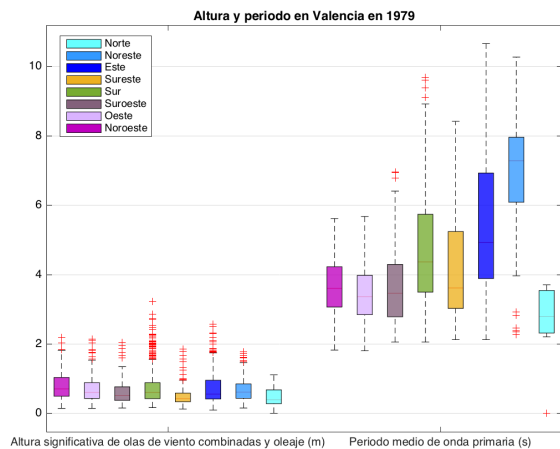


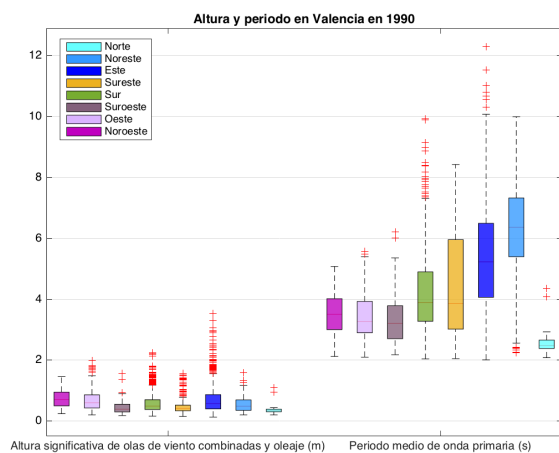
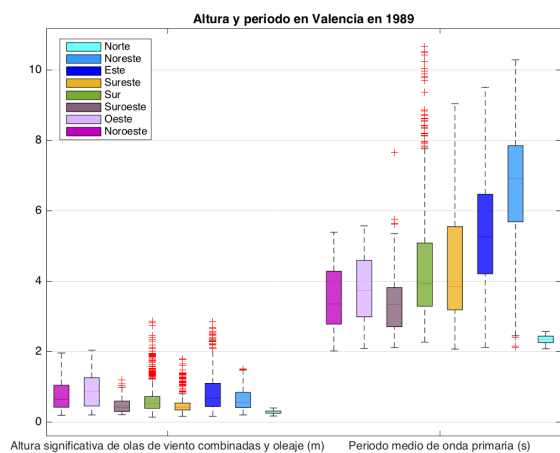
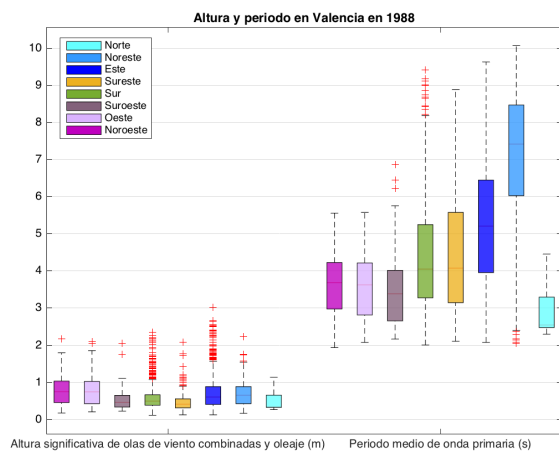
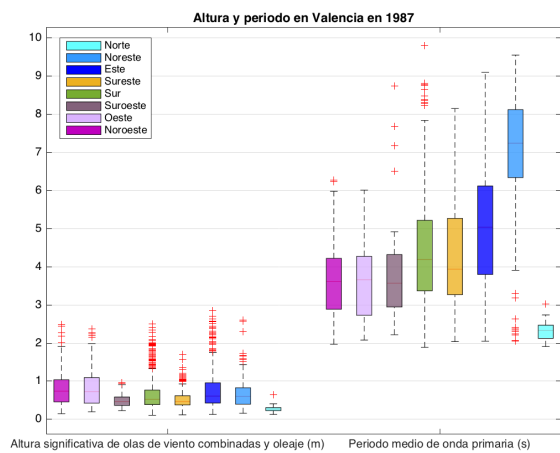
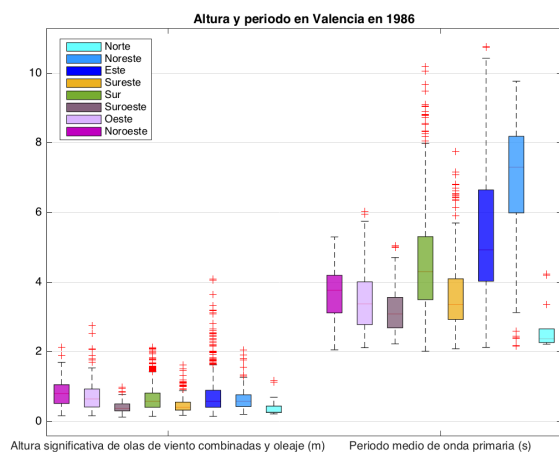
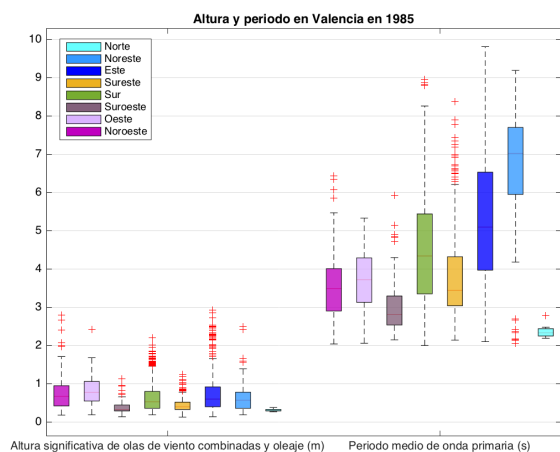


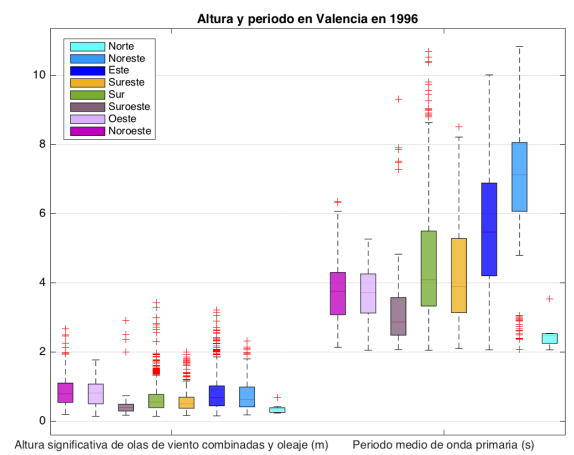
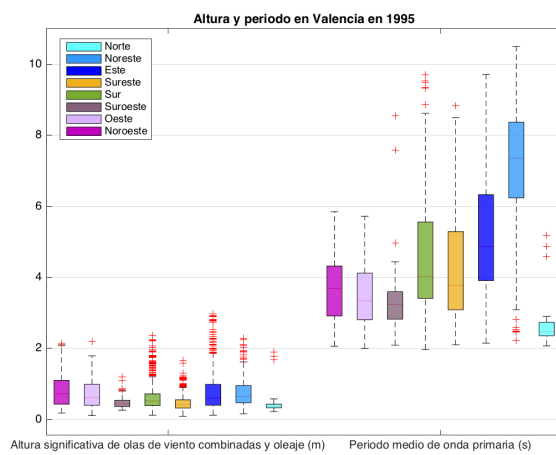
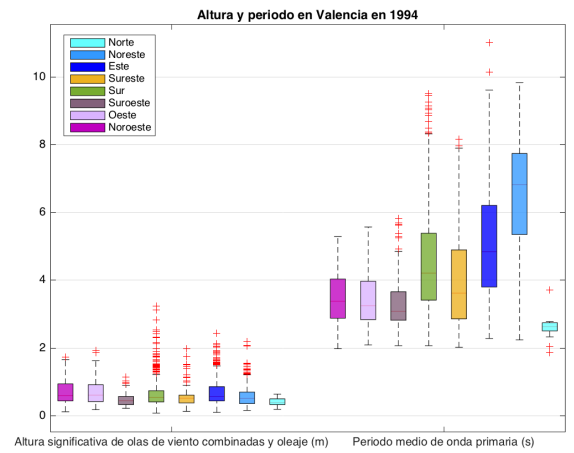
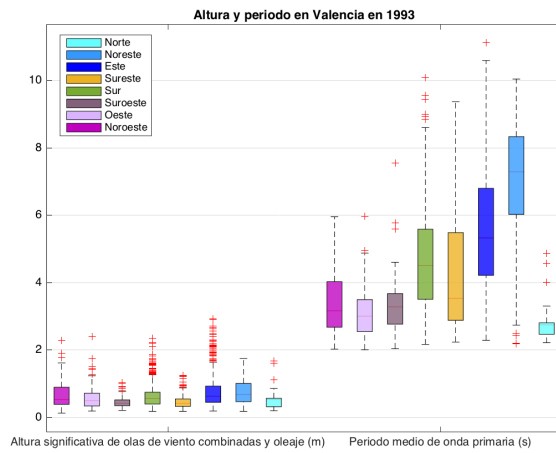
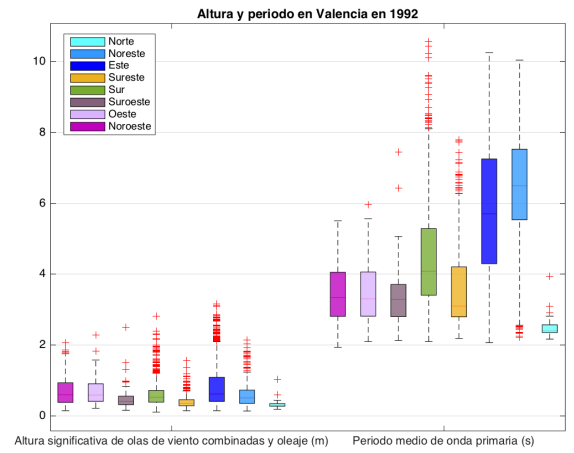
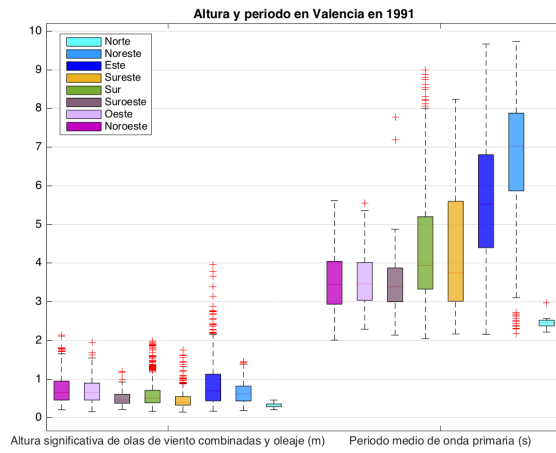


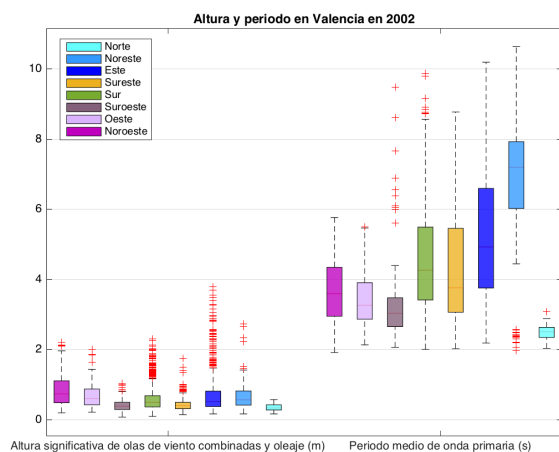
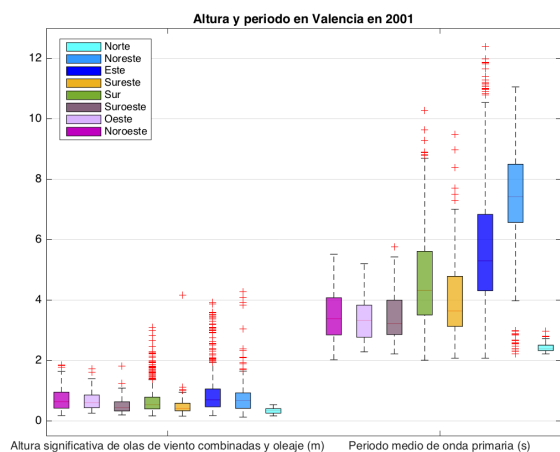
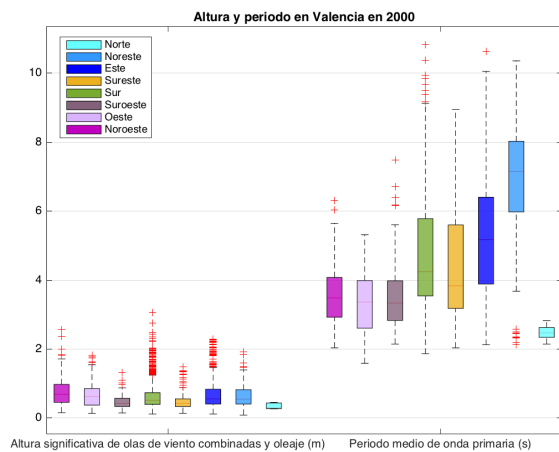
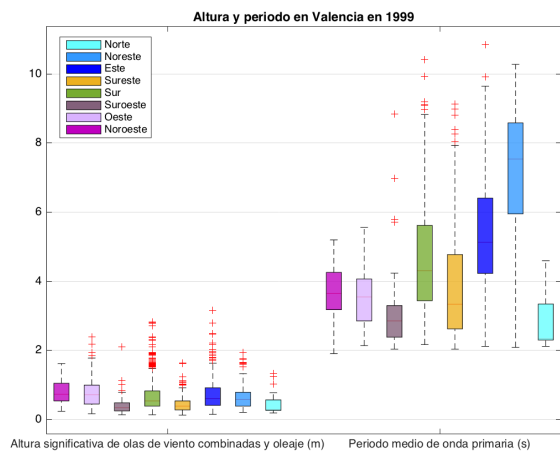
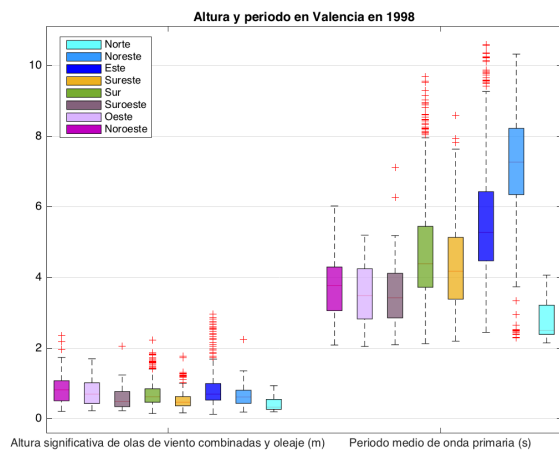
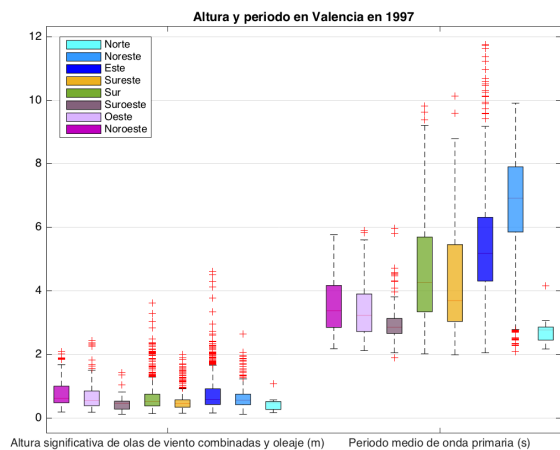


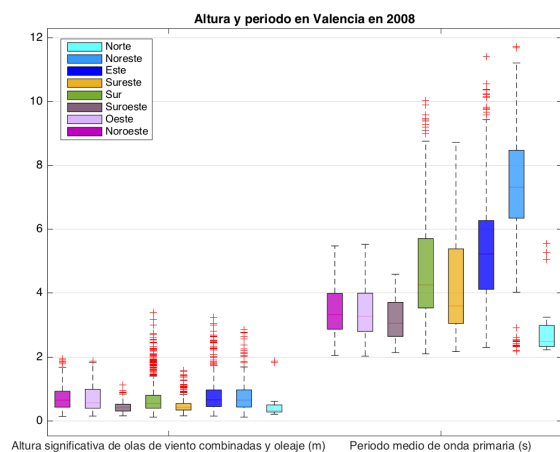
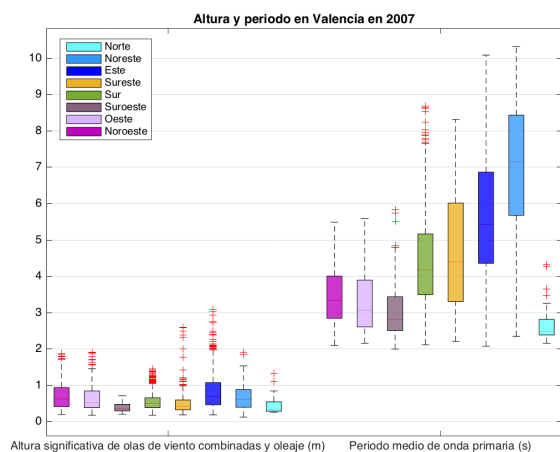
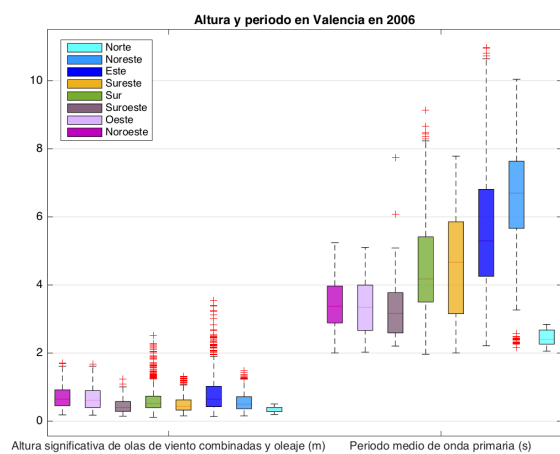
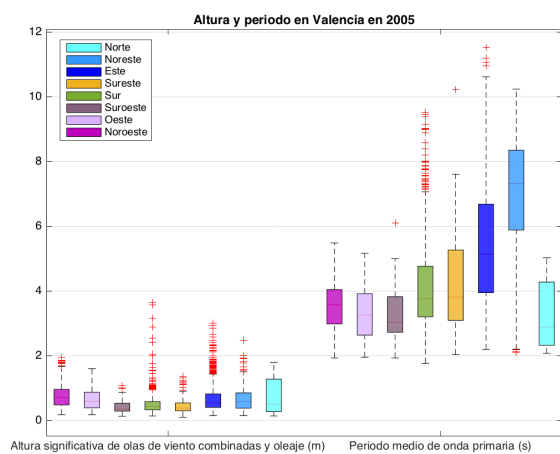
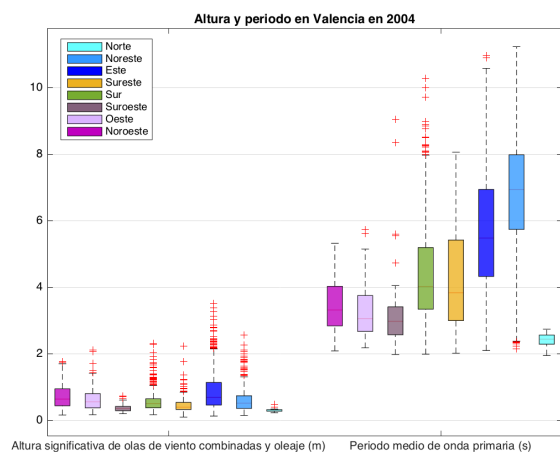
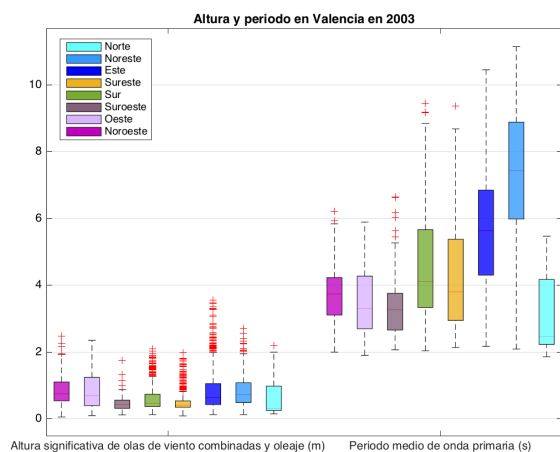
Anexo XII: Boxplots de altura y periodo en base a la dirección de onda primaria en Valencia:

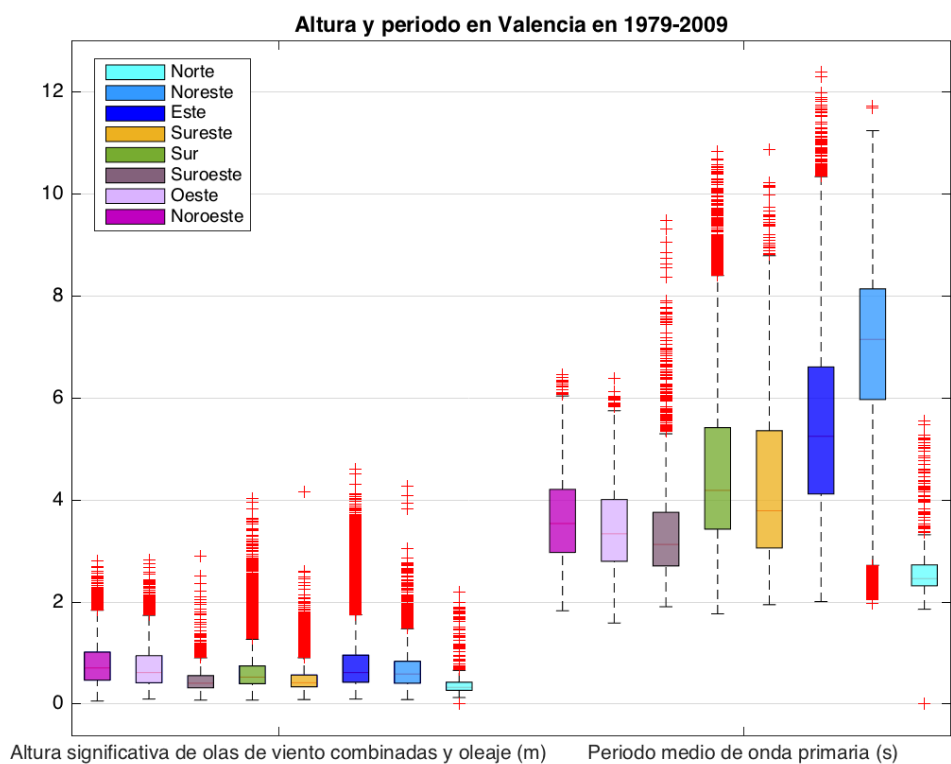
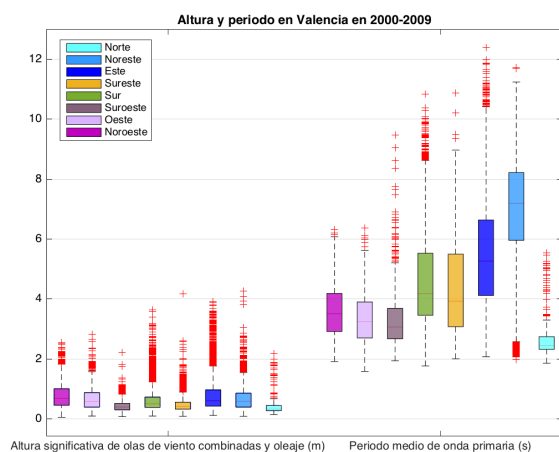
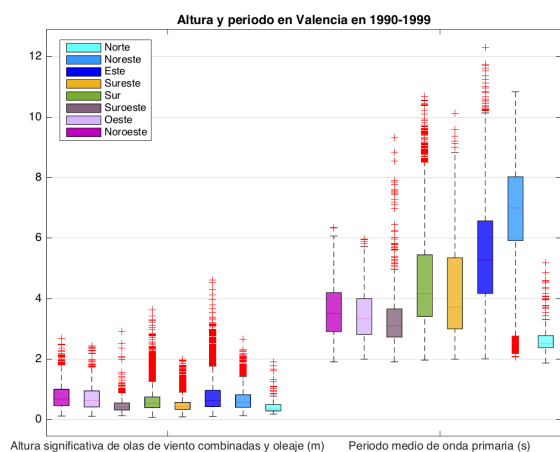
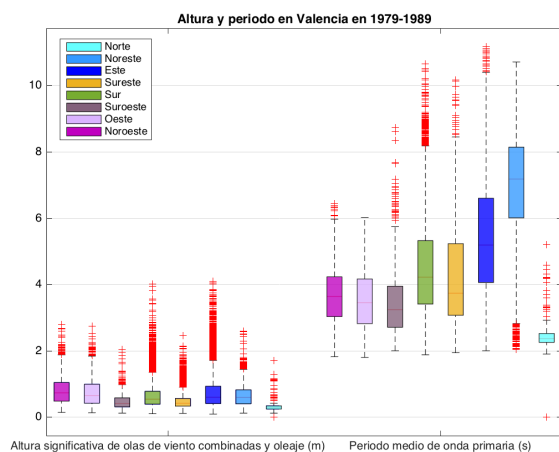
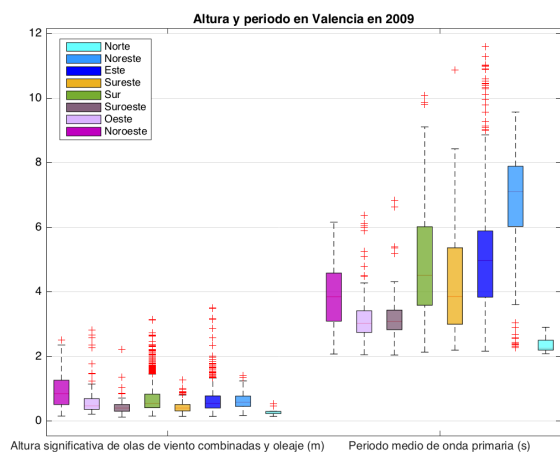






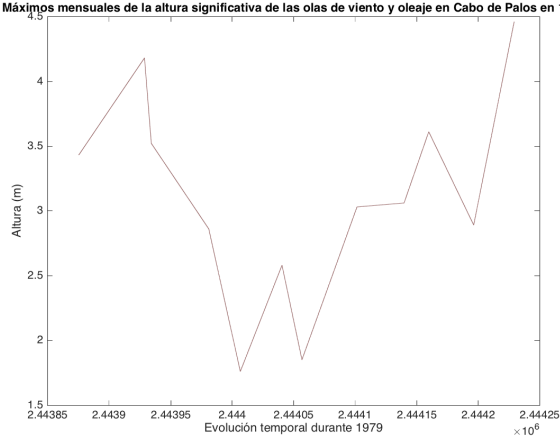




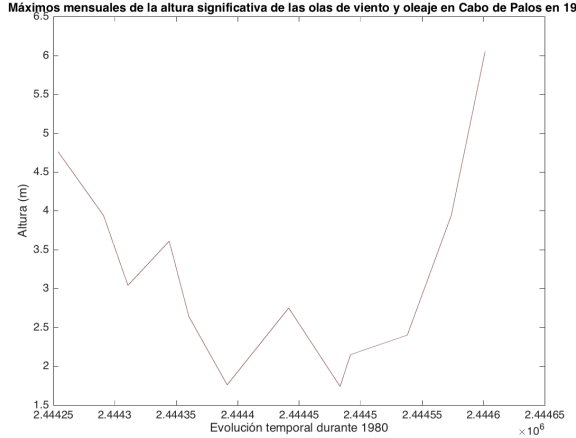


Anexo XIII: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Cabo de Palos:

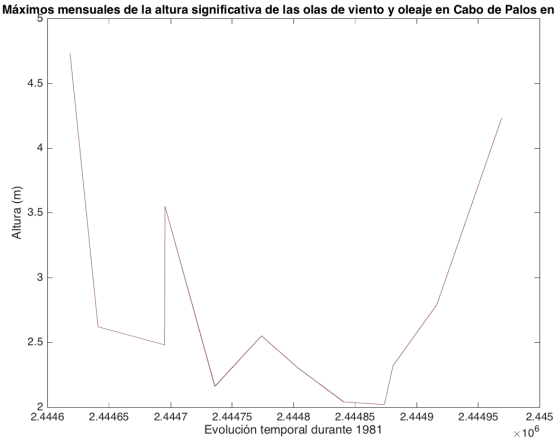
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1979



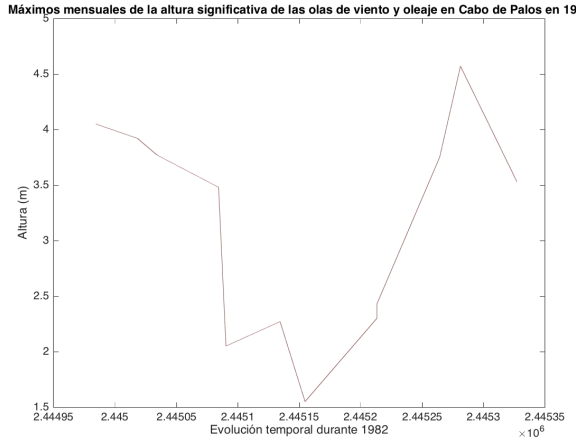
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1980



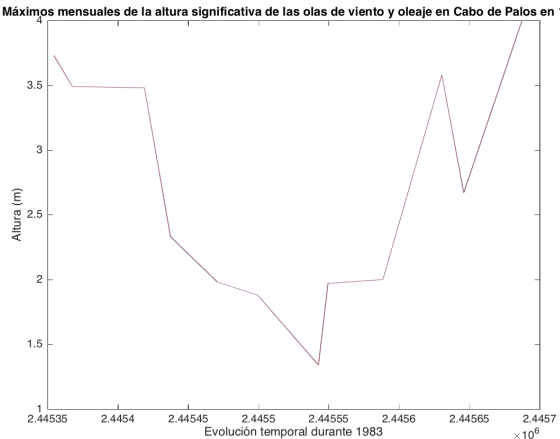
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1981



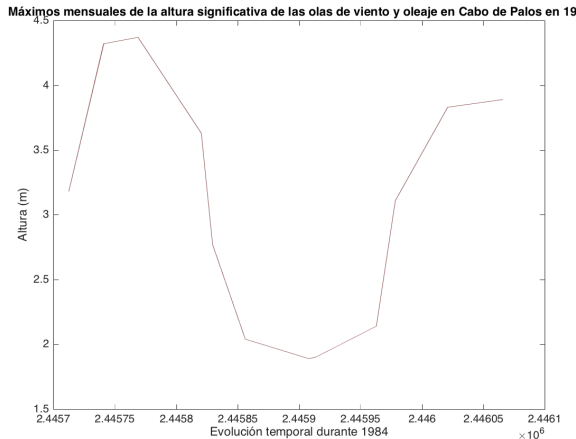
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1982



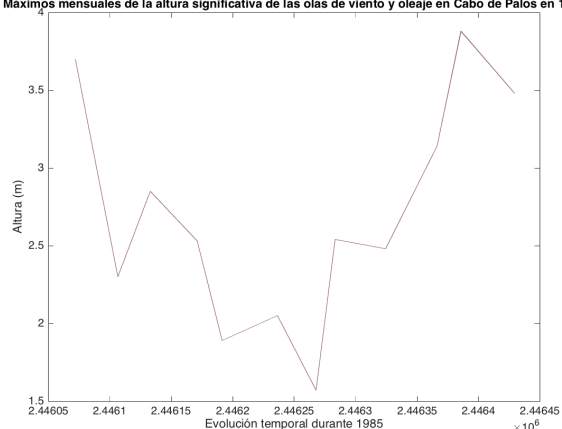
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1983



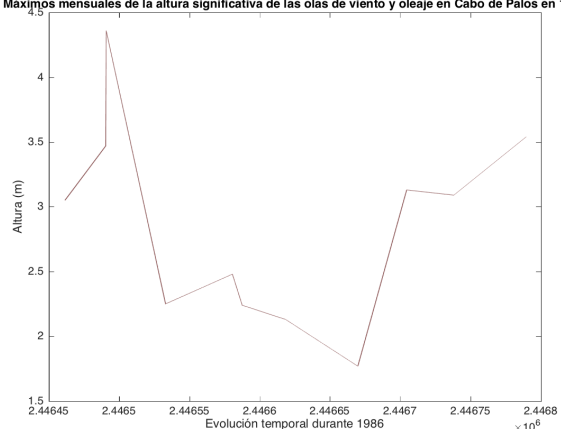
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1984



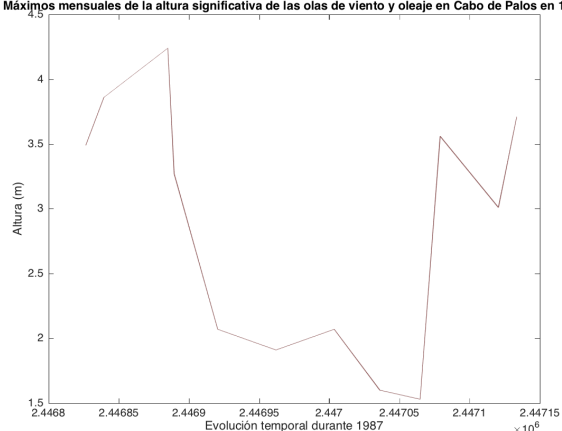
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1985



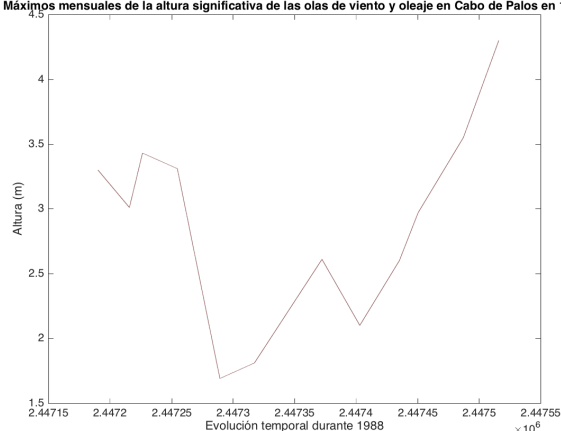
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1986



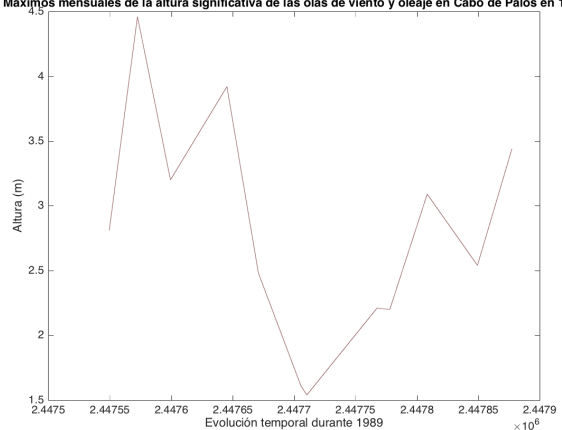
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1987



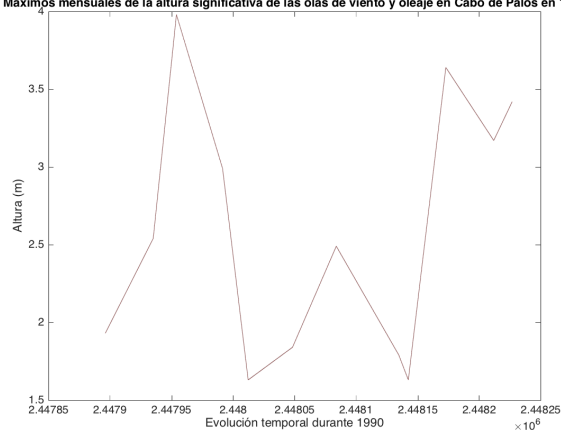
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1988



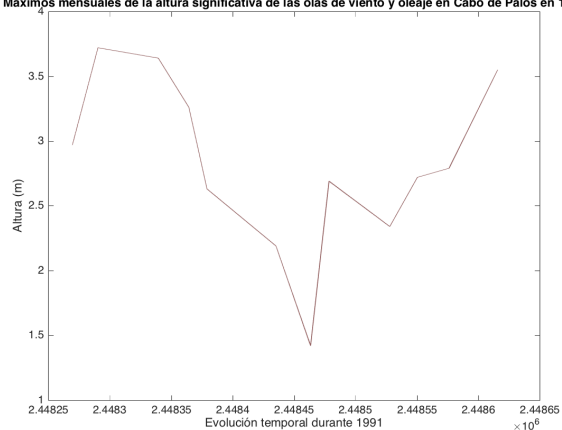
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1989



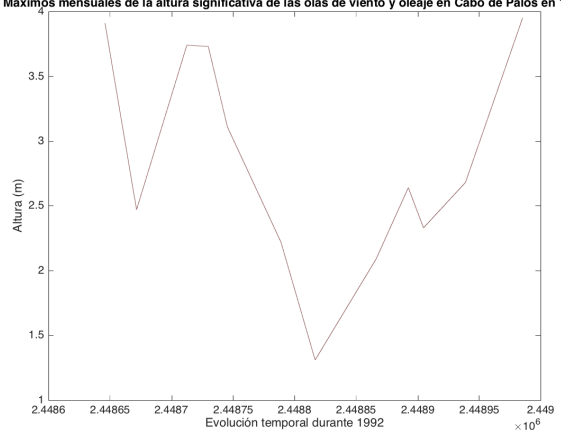
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1990



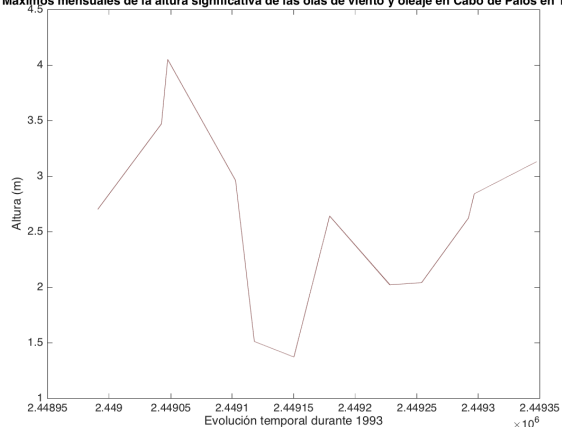
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1991



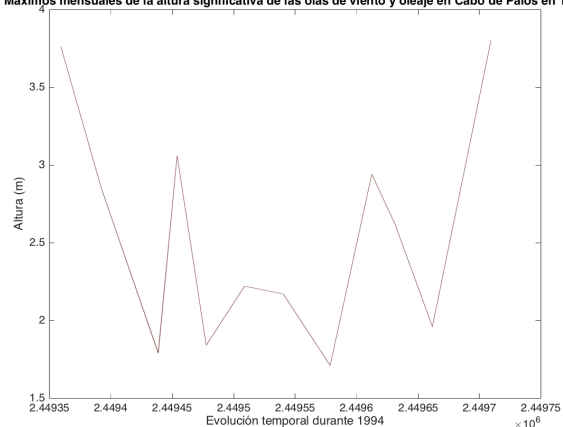
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1992



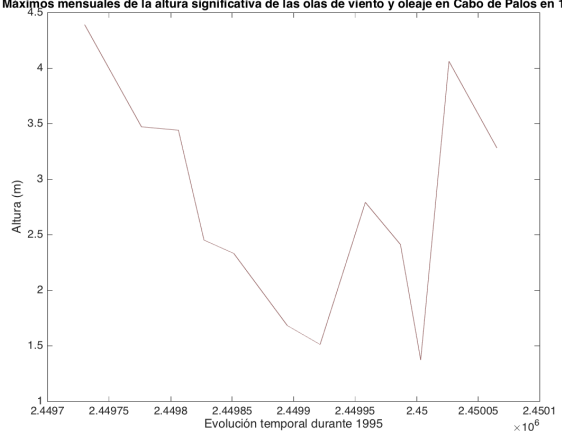
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1993



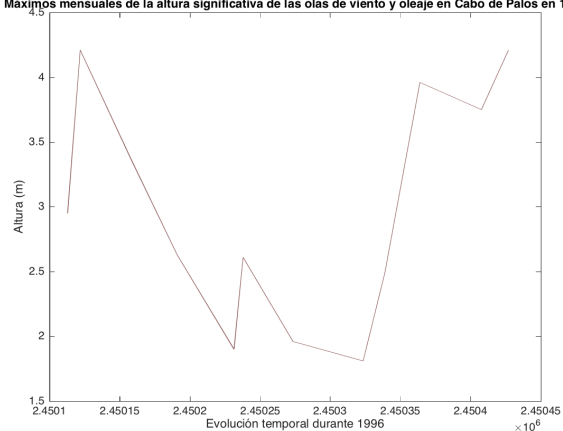
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1994



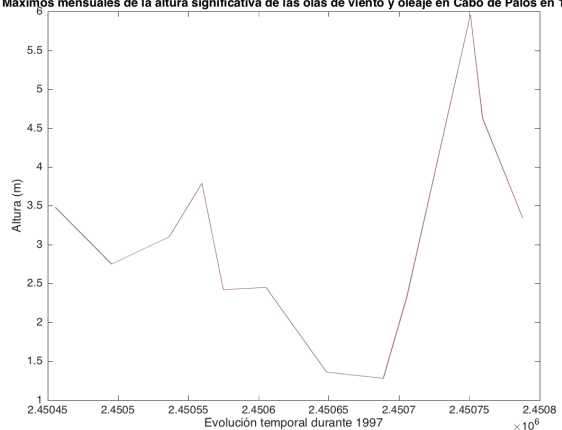
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1995



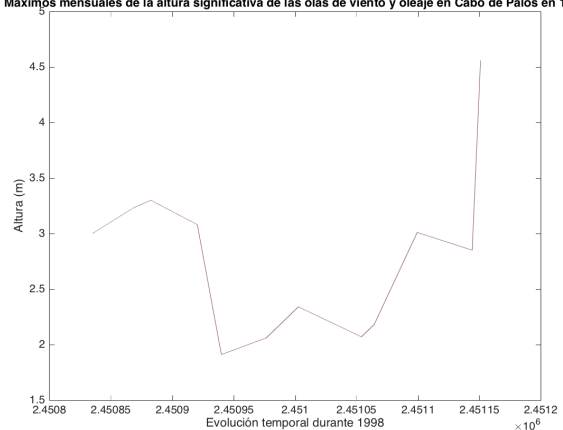
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1996



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1997



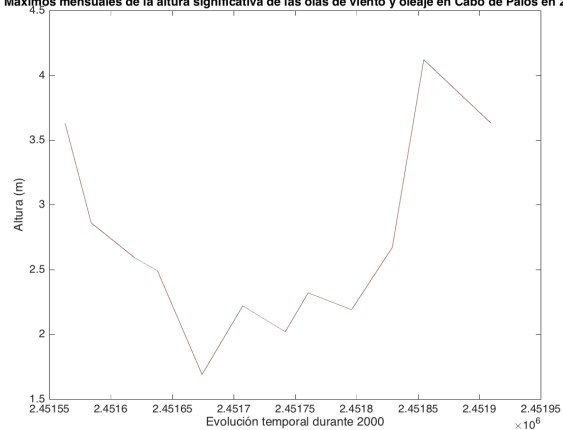
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1998



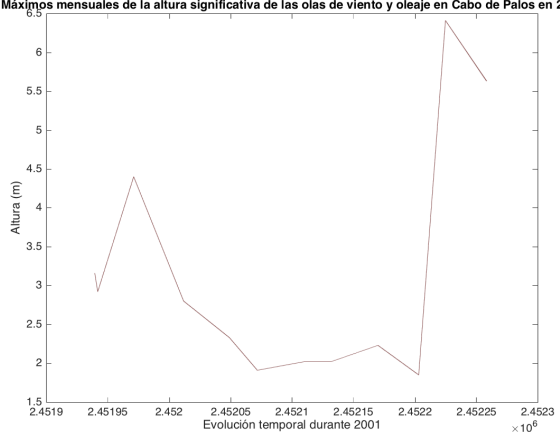
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1999



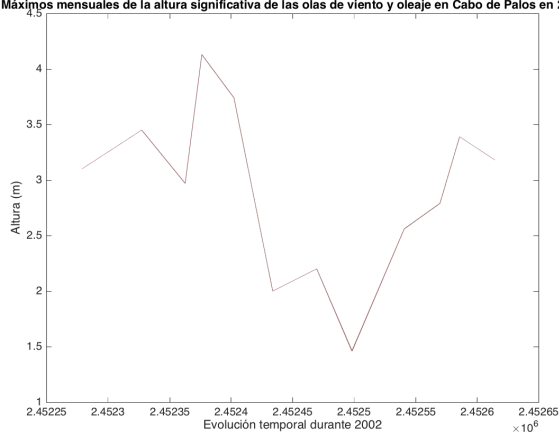
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2000



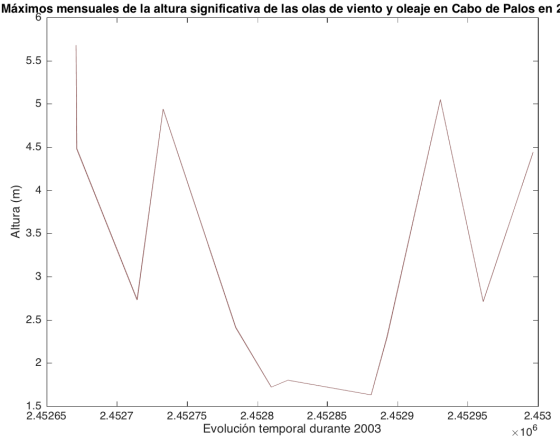
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2001



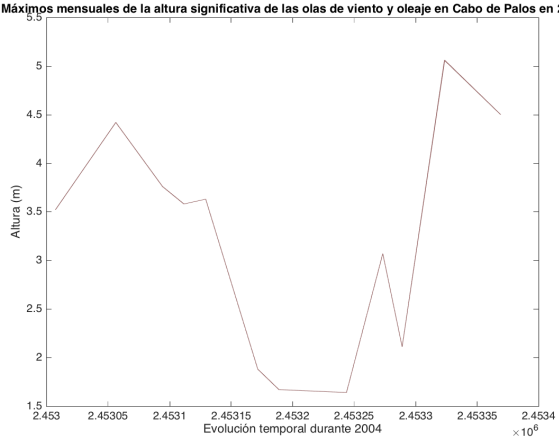
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2002



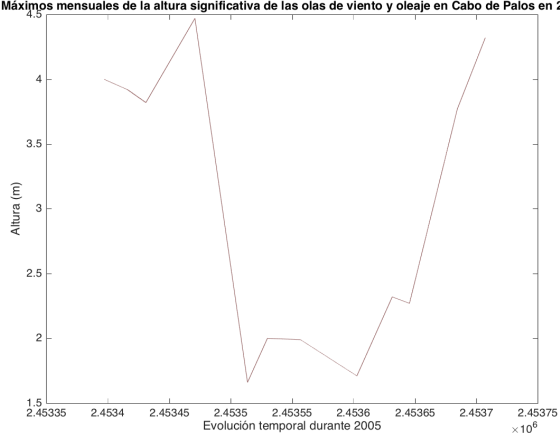
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2003



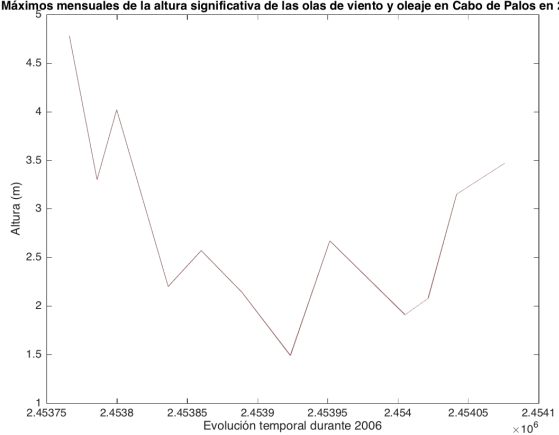
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2004



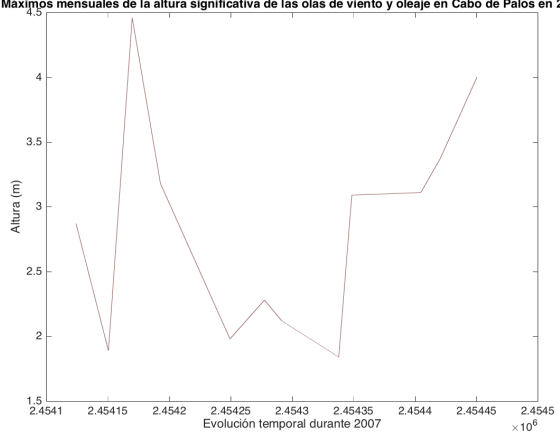
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2005



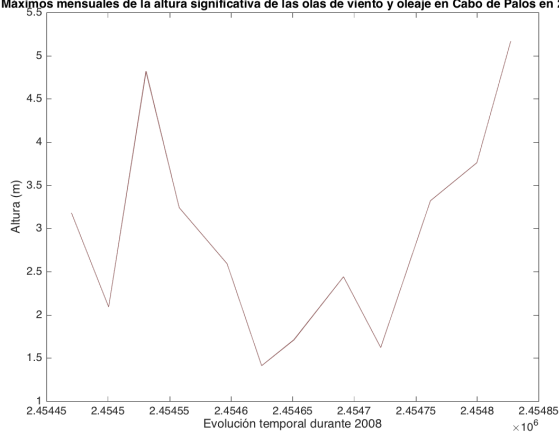
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2006



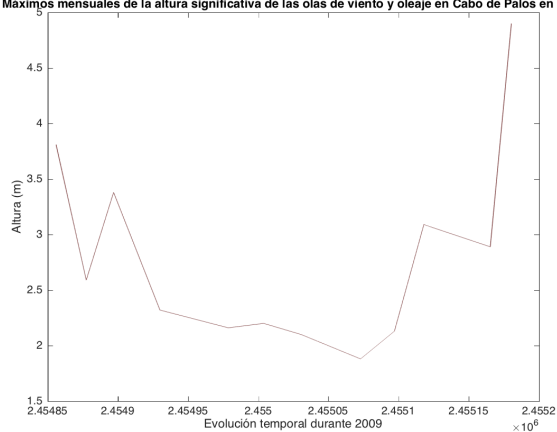
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2007



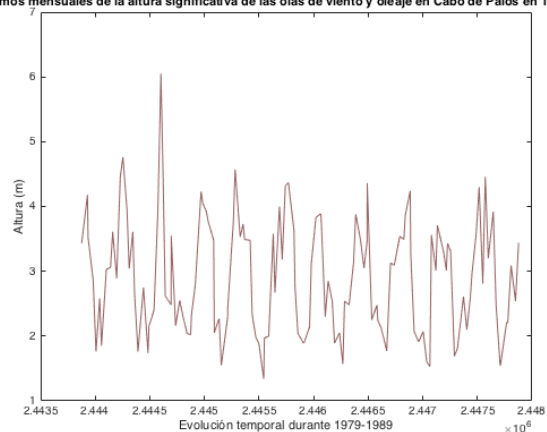
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2008



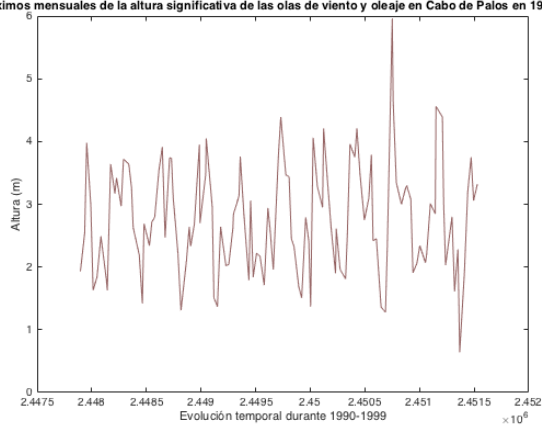
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2009



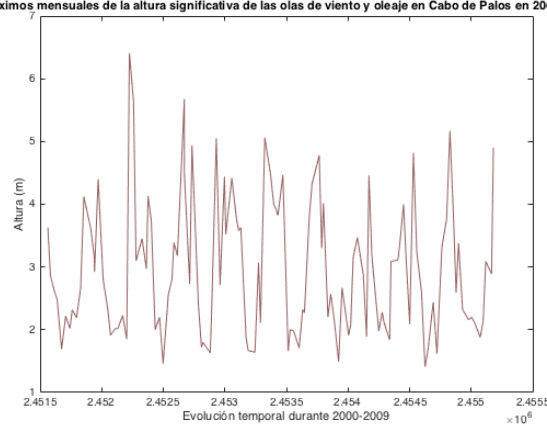
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1979-1989



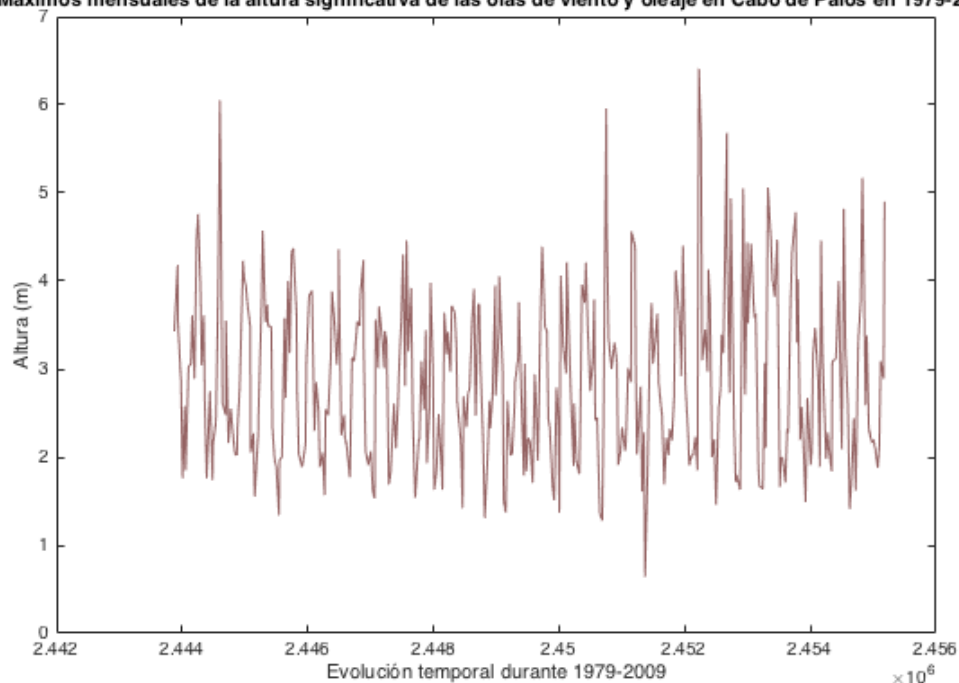
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1990-1999



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 2000-2009

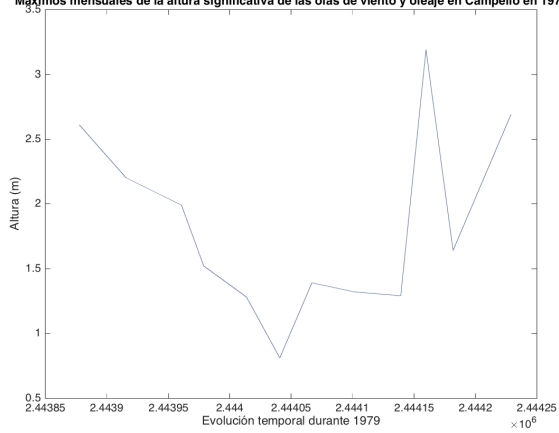


Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Cabo de Palos en 1979-2009

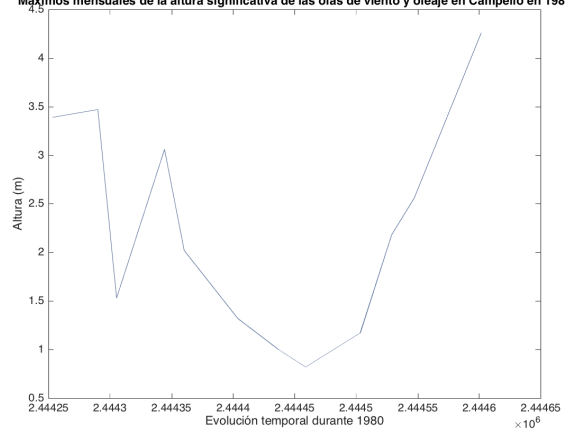


Anexo XIV: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Campello:

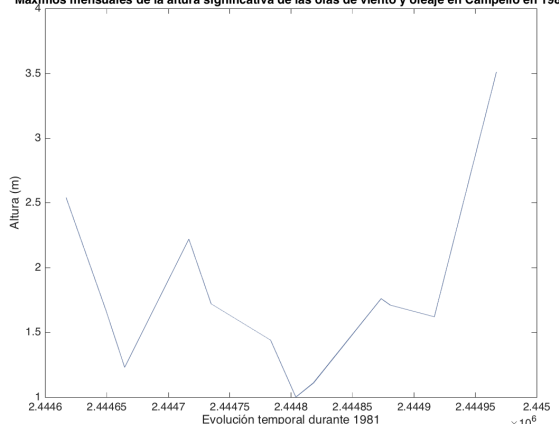
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1979



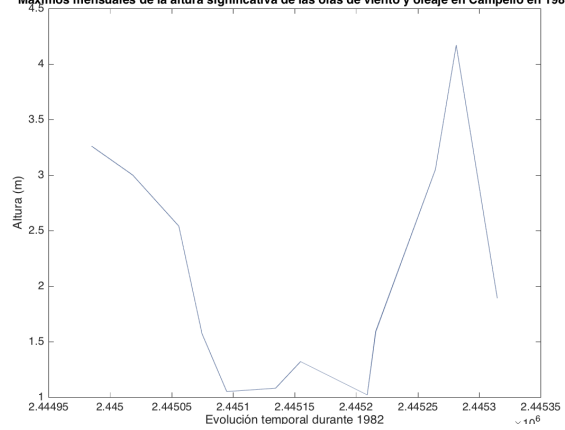
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1980



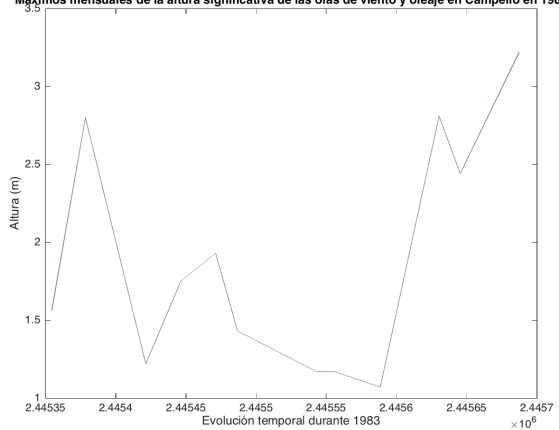
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1981



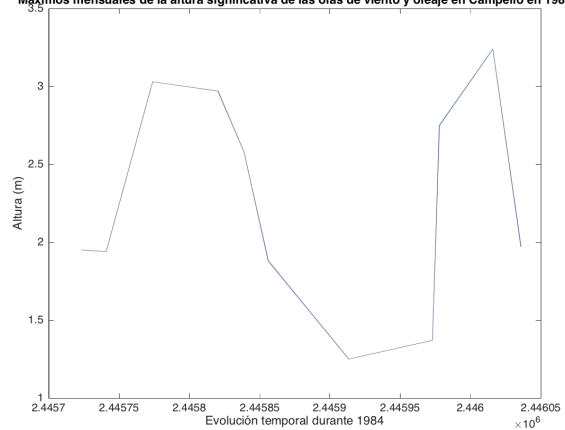
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1982



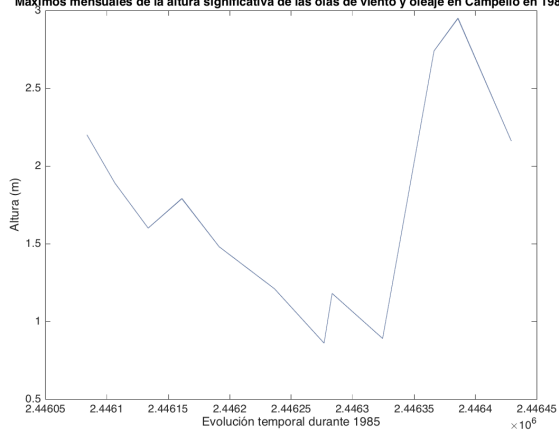
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1983



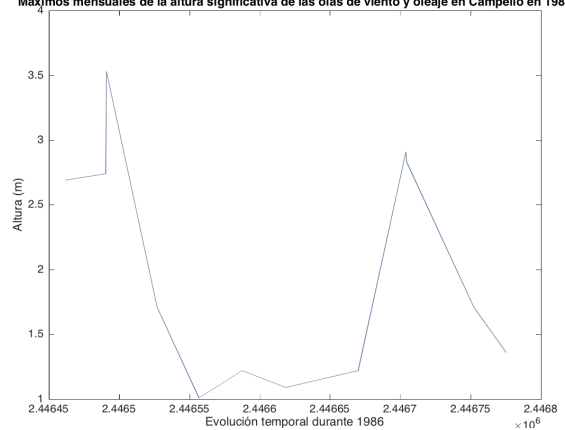
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1984



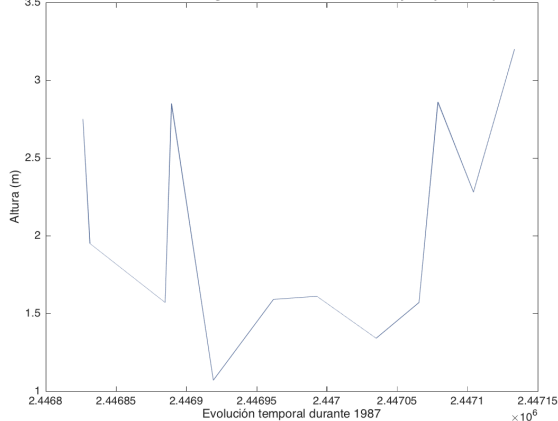
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1985



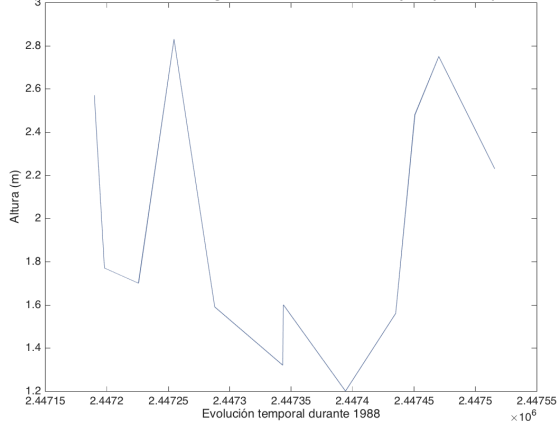
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1986



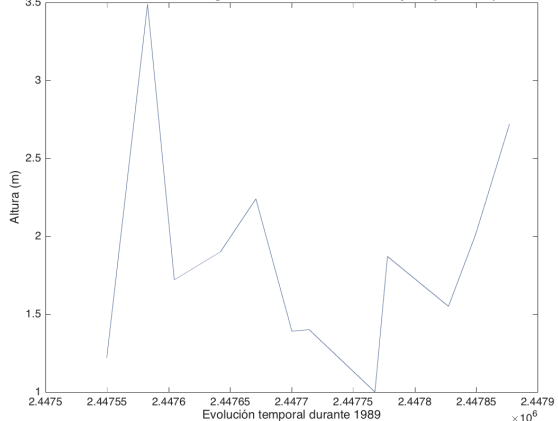
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1987



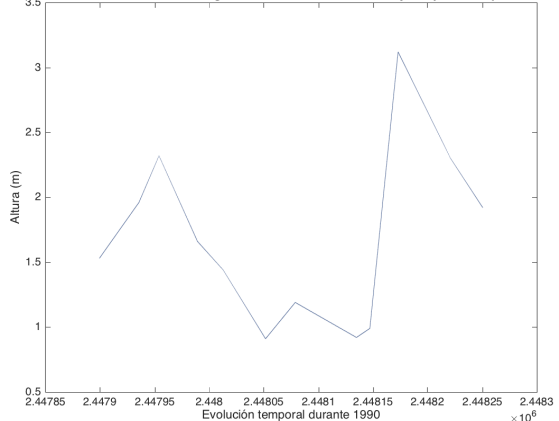
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1988



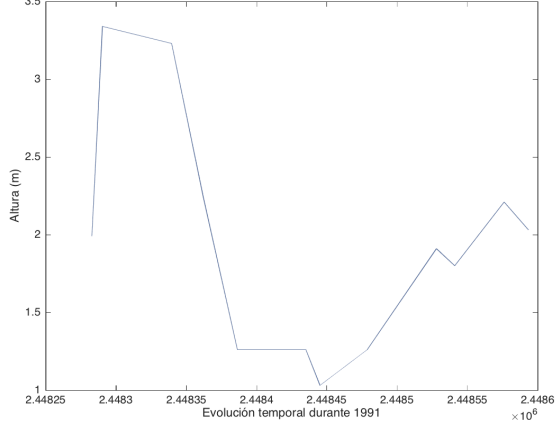
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1989



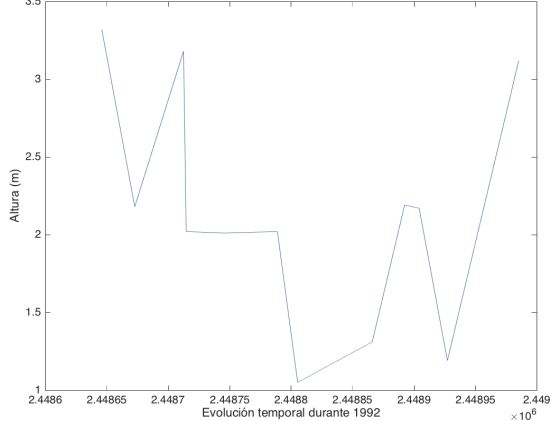
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1990



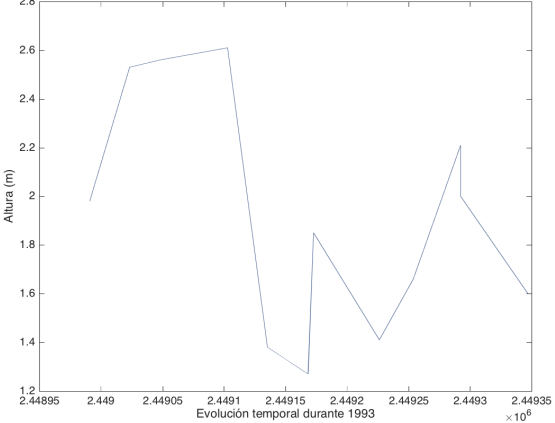
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1991



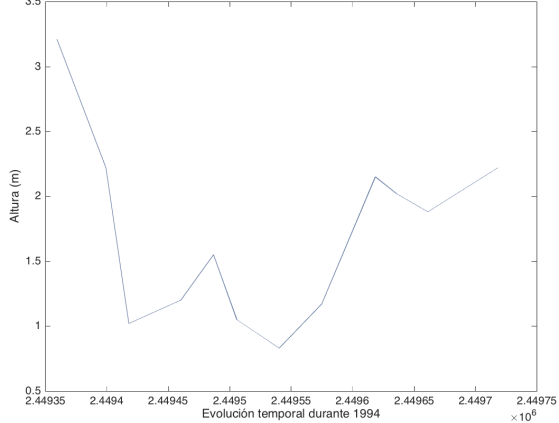
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1992



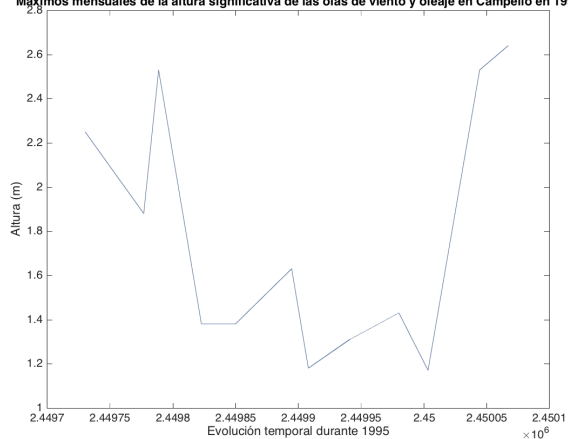
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1993



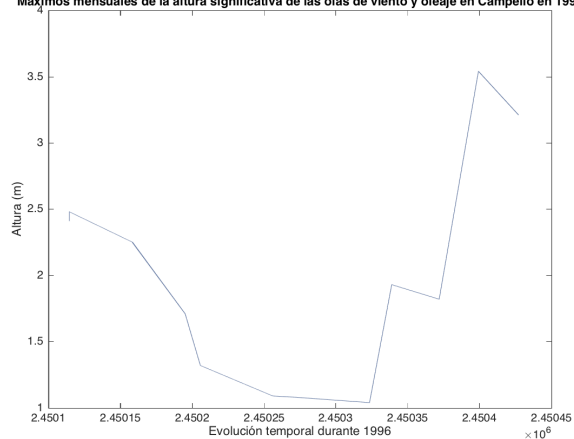
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1994



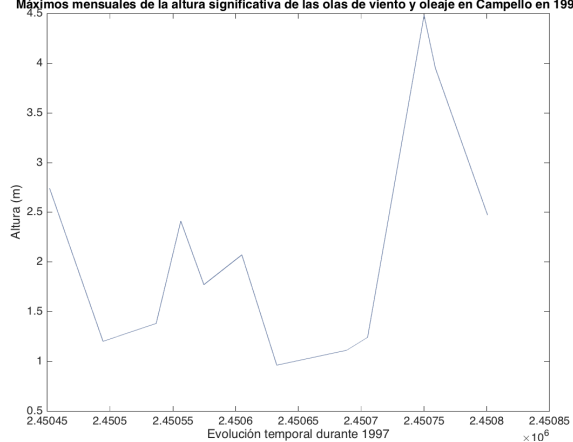
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1995



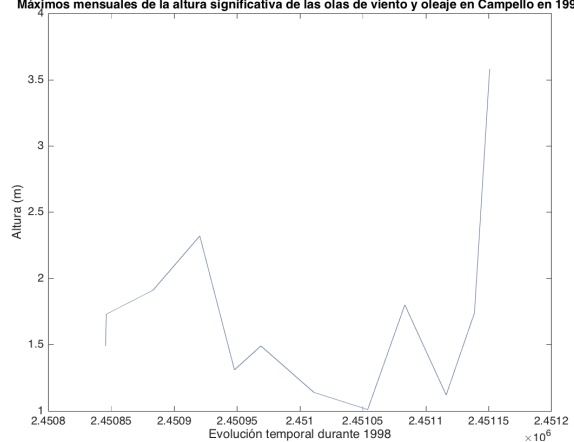
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1996



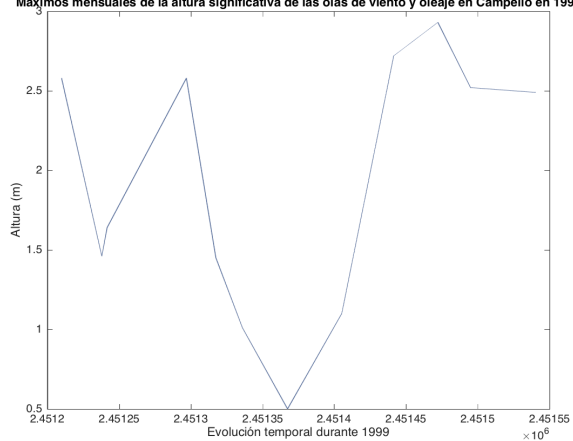
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1997



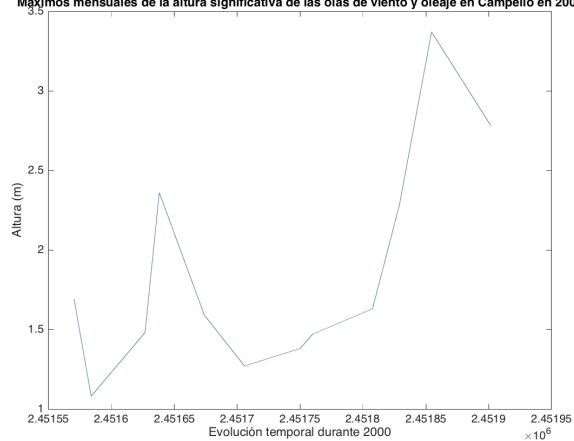
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1998



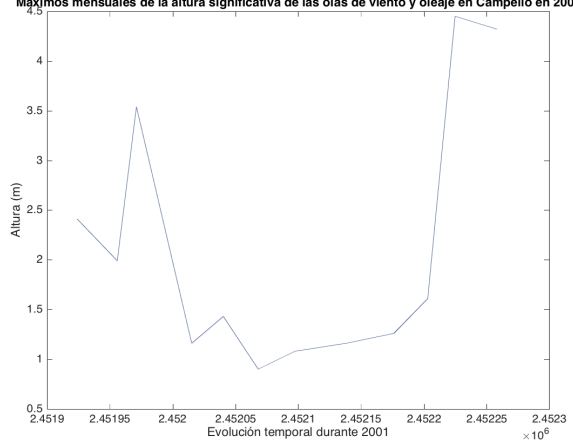
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1999



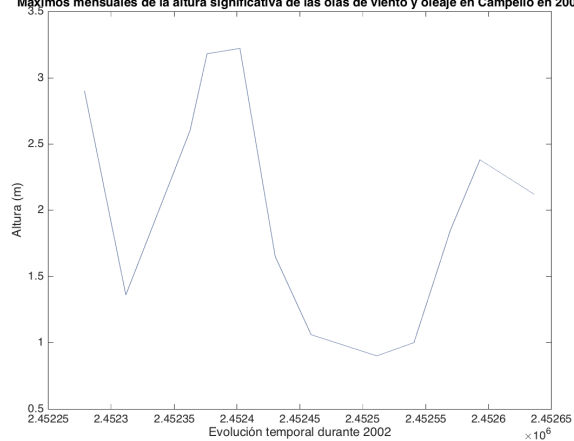
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2000



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2001



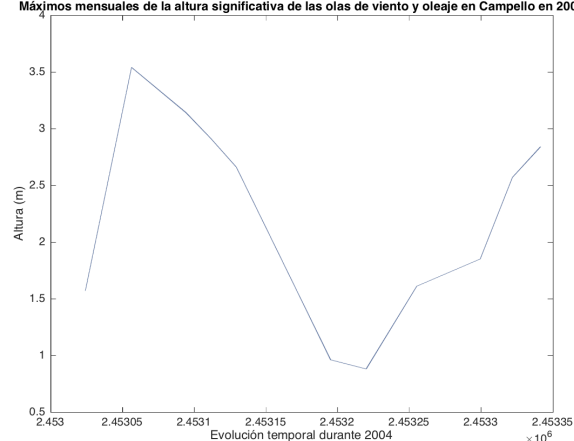
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2002



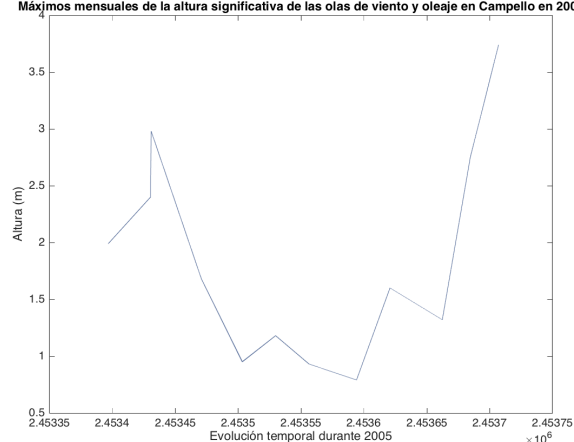
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2003



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2004



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2005



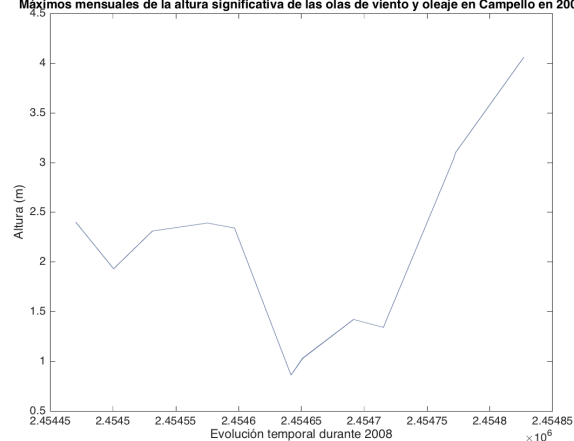
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2006



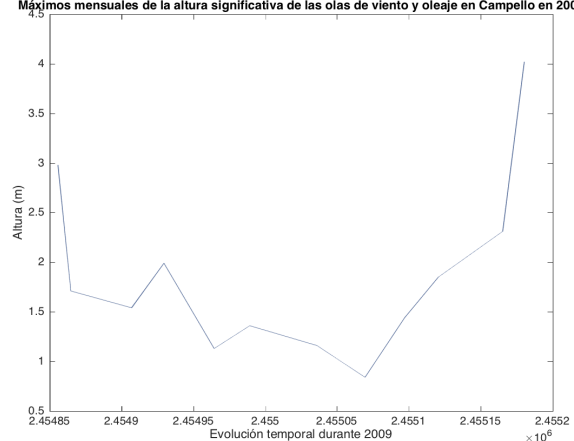
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2007



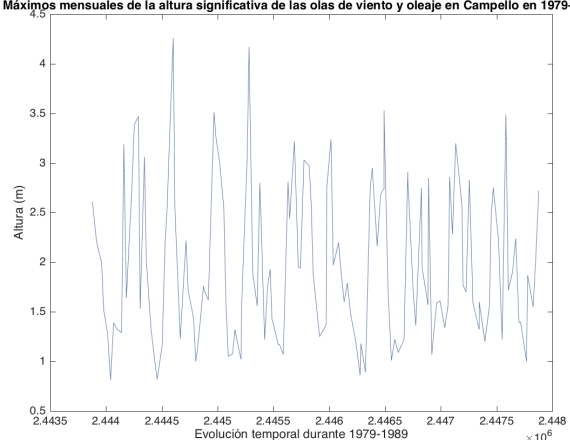
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2008



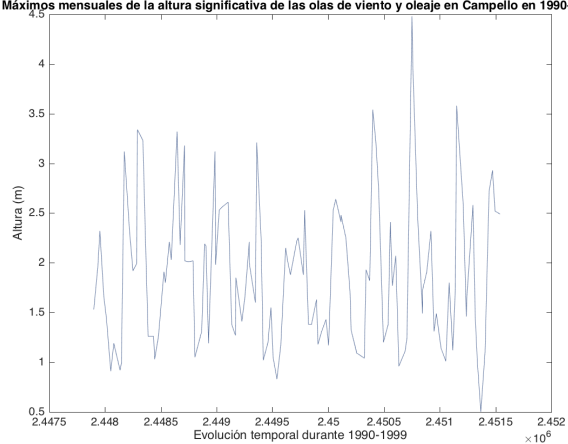
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2009



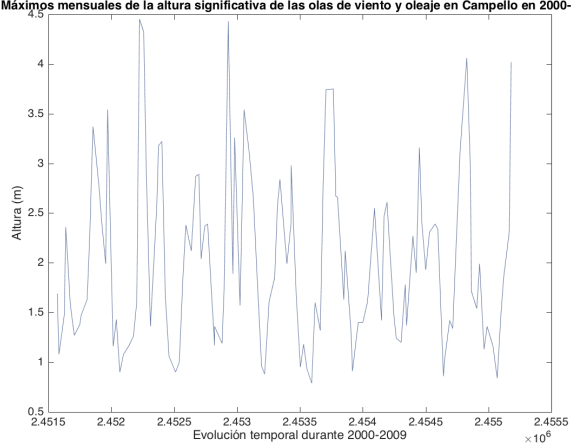
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1979-1989



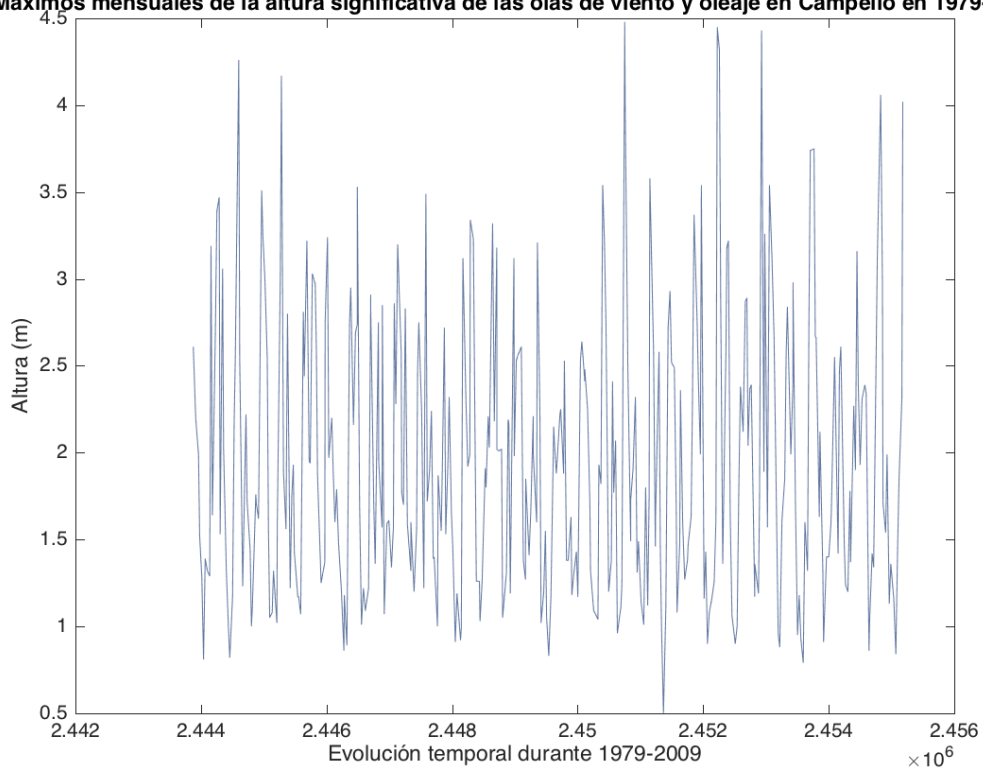
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1990-1999



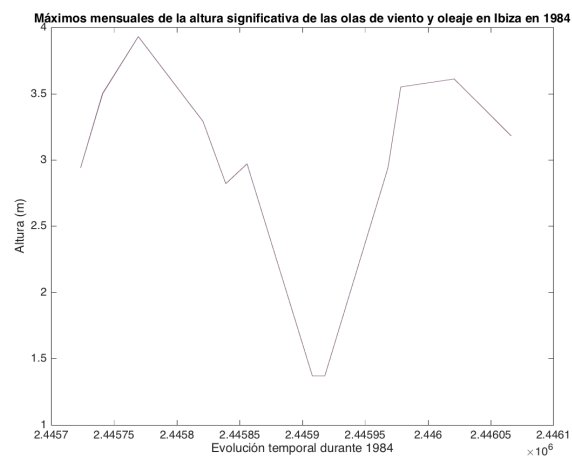
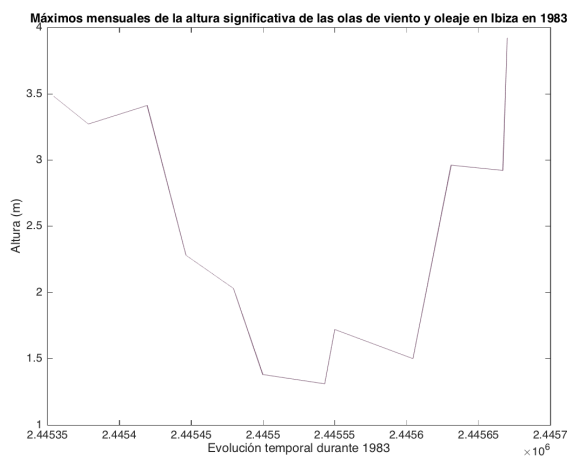
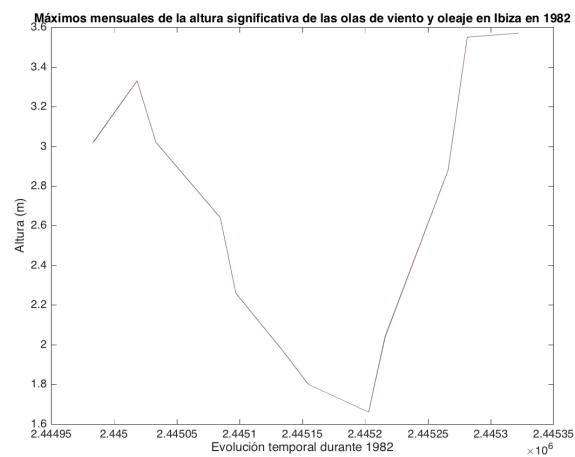
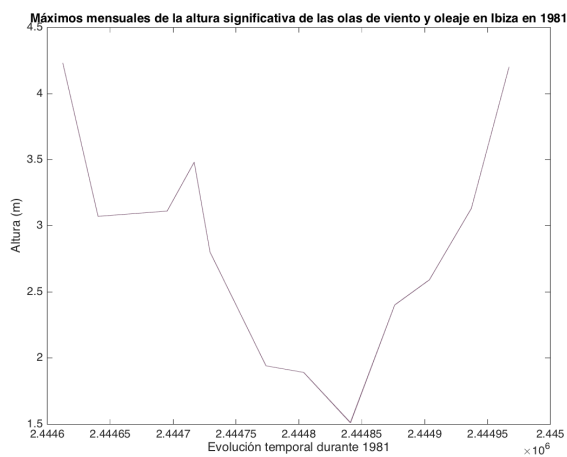
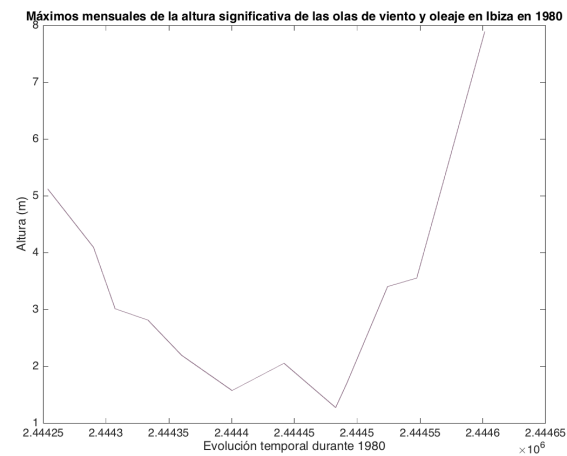
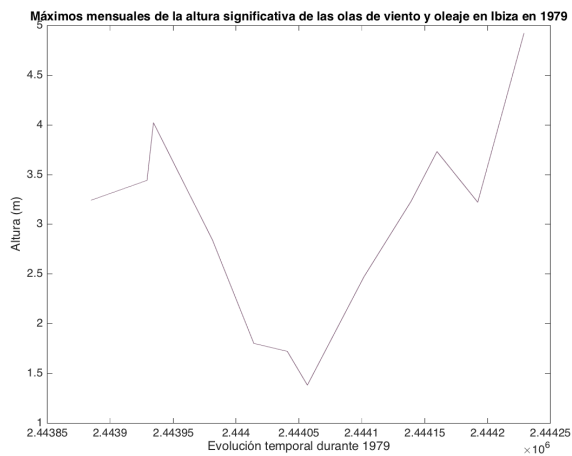
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 2000-2009

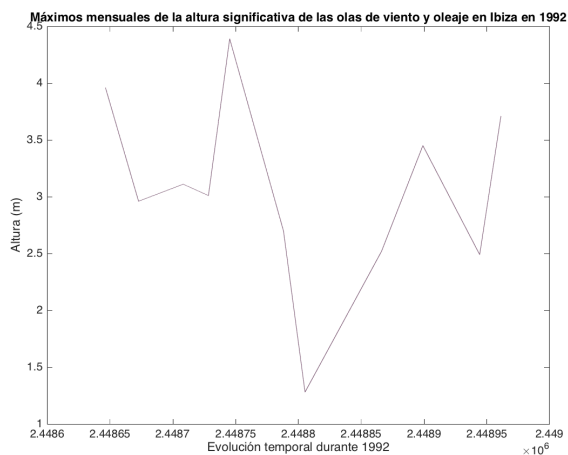
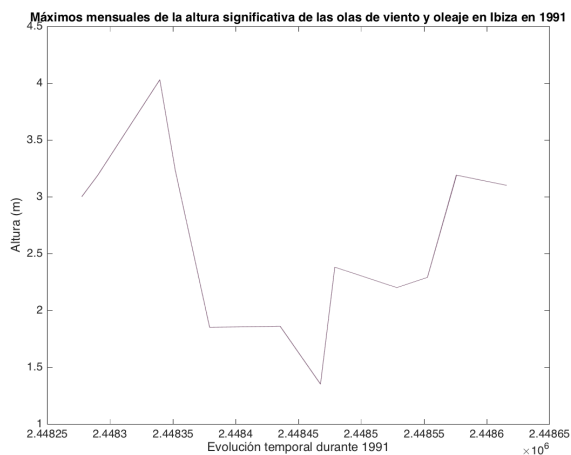
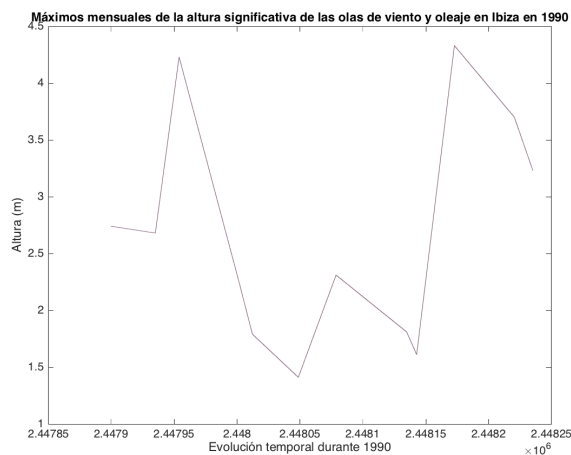
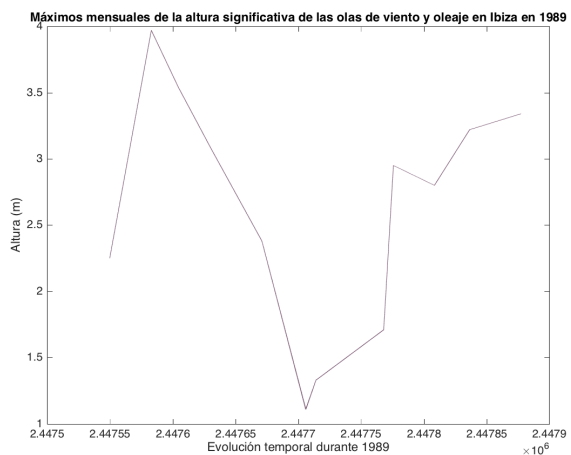
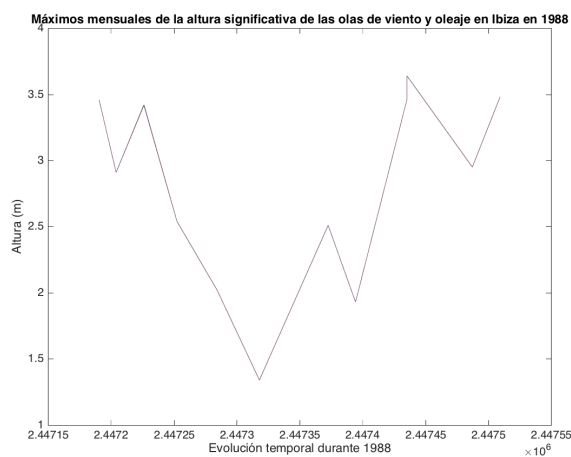
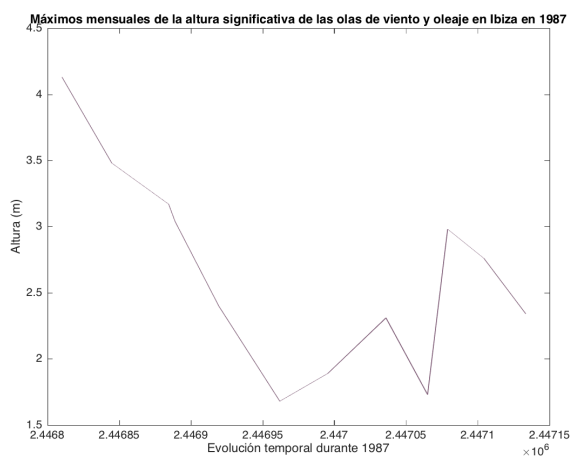
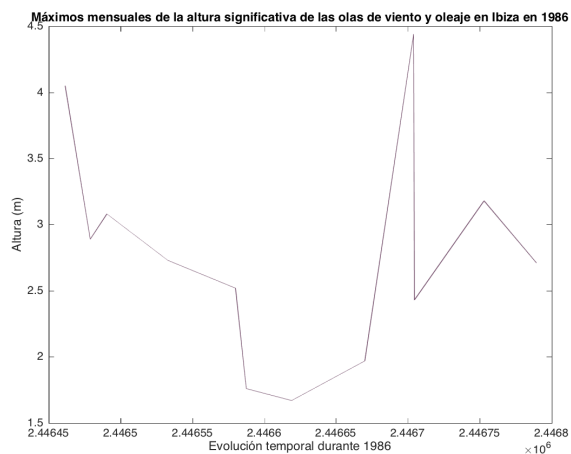
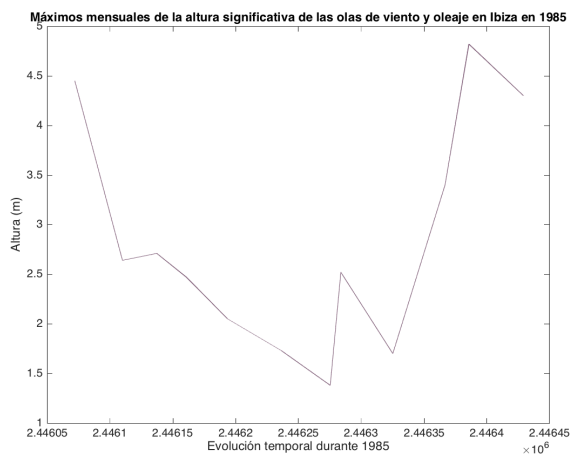


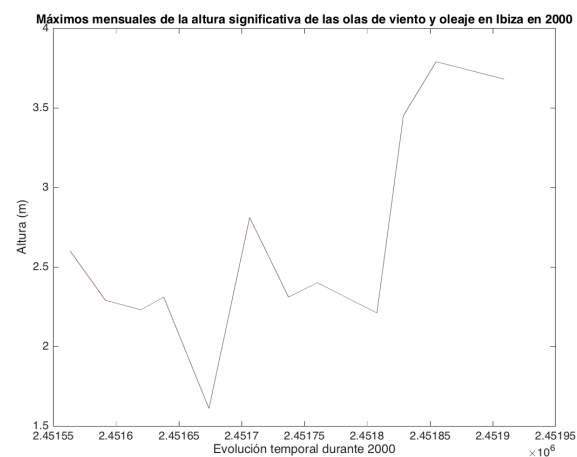
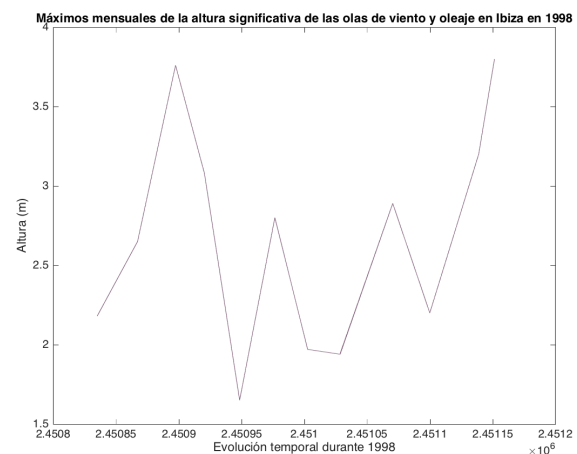
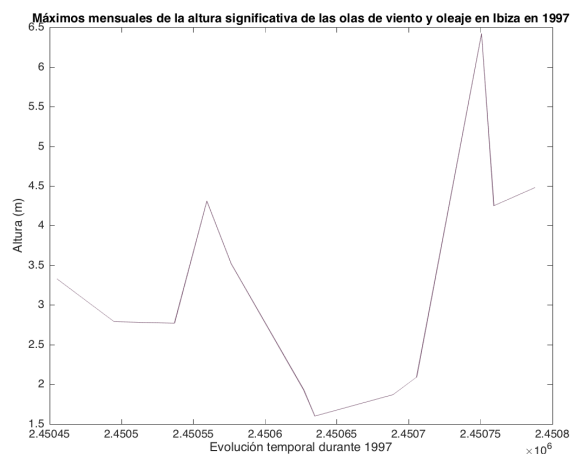
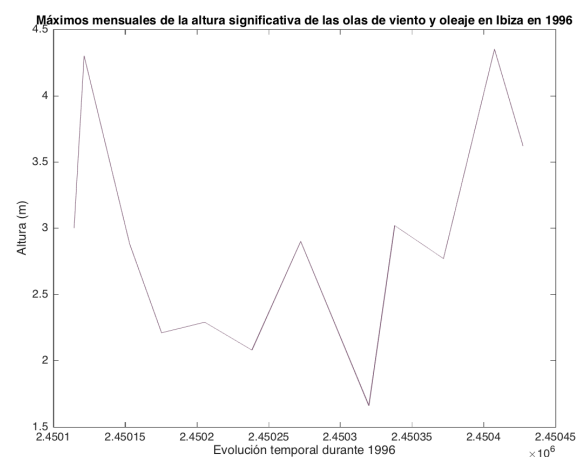
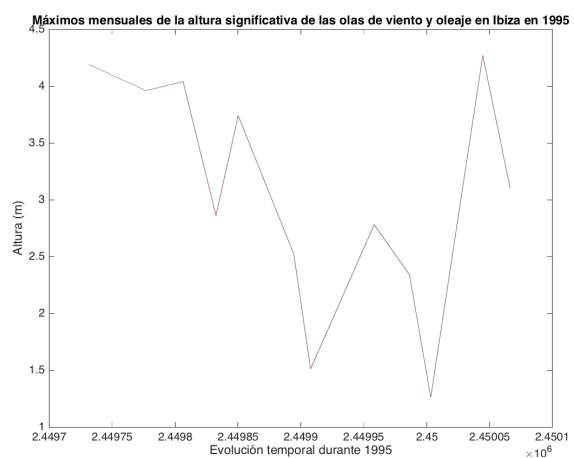
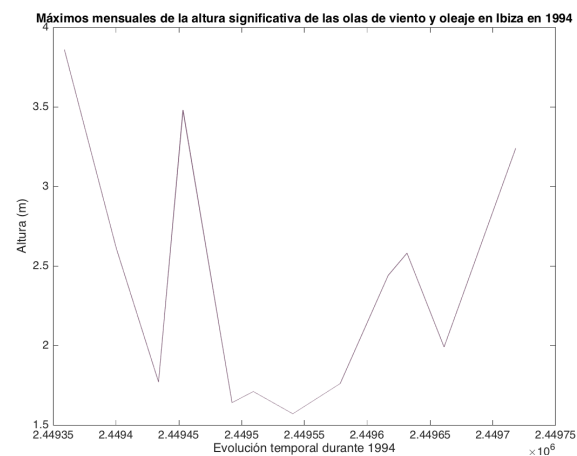
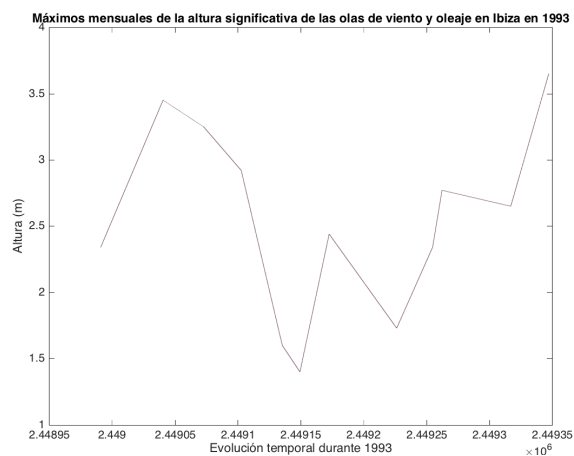
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Campello en 1979-2009

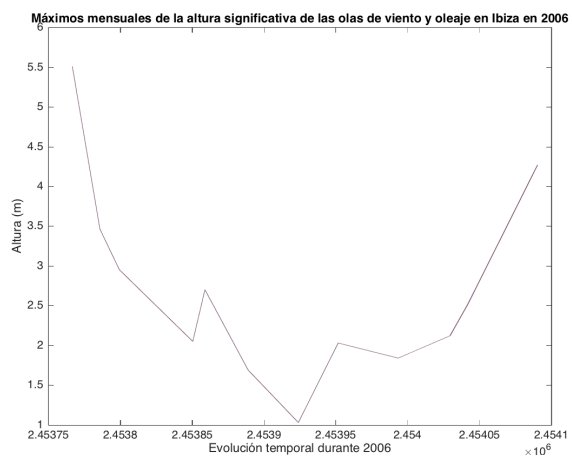
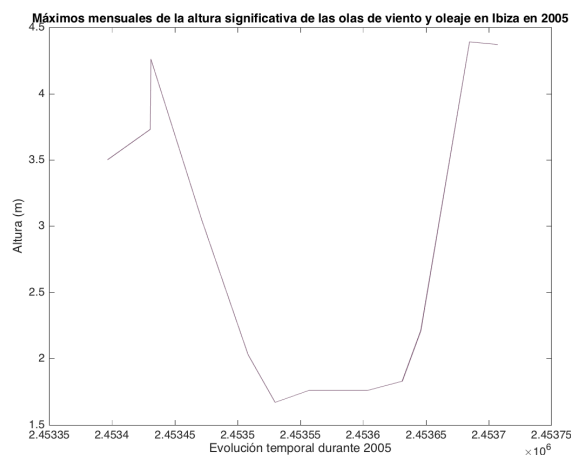
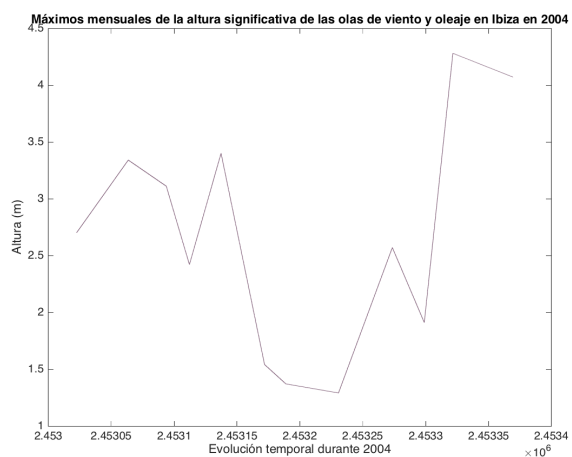
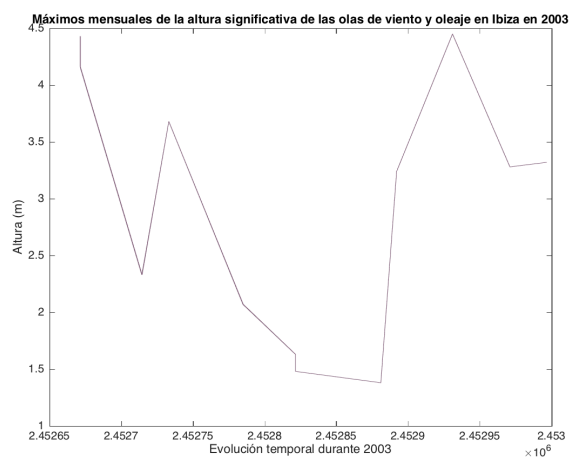
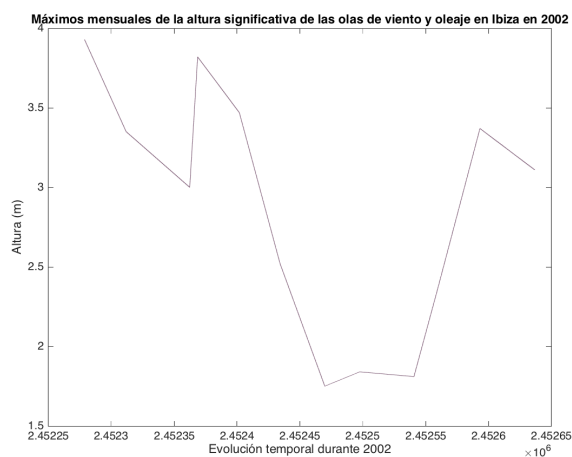
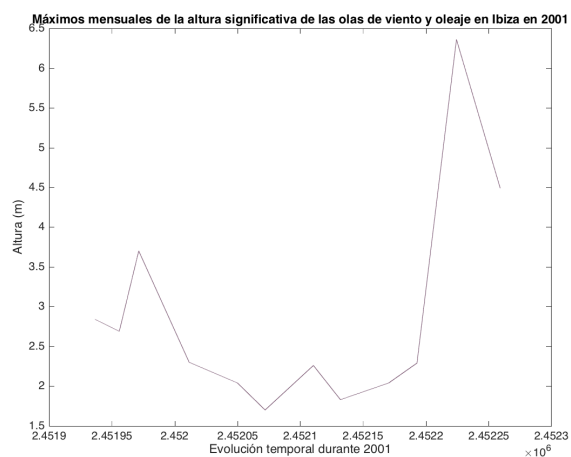


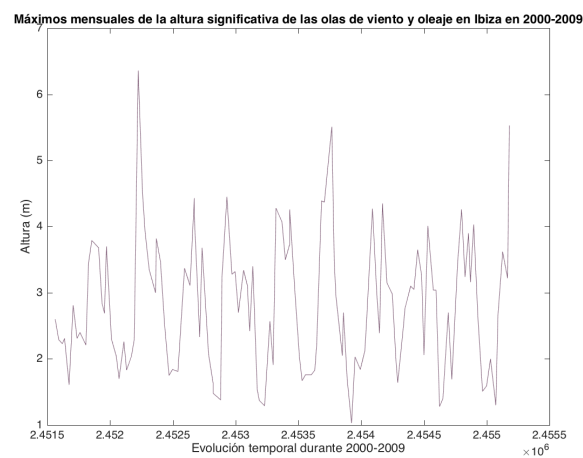
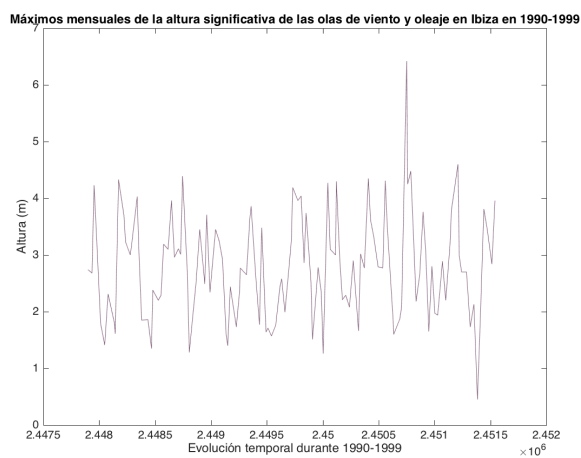
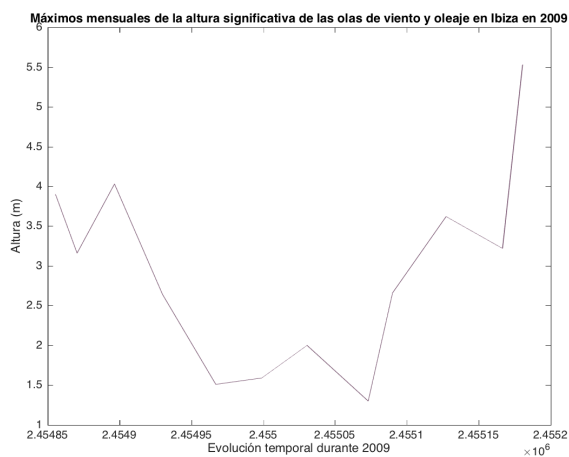
Anexo XV: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Ibiza:



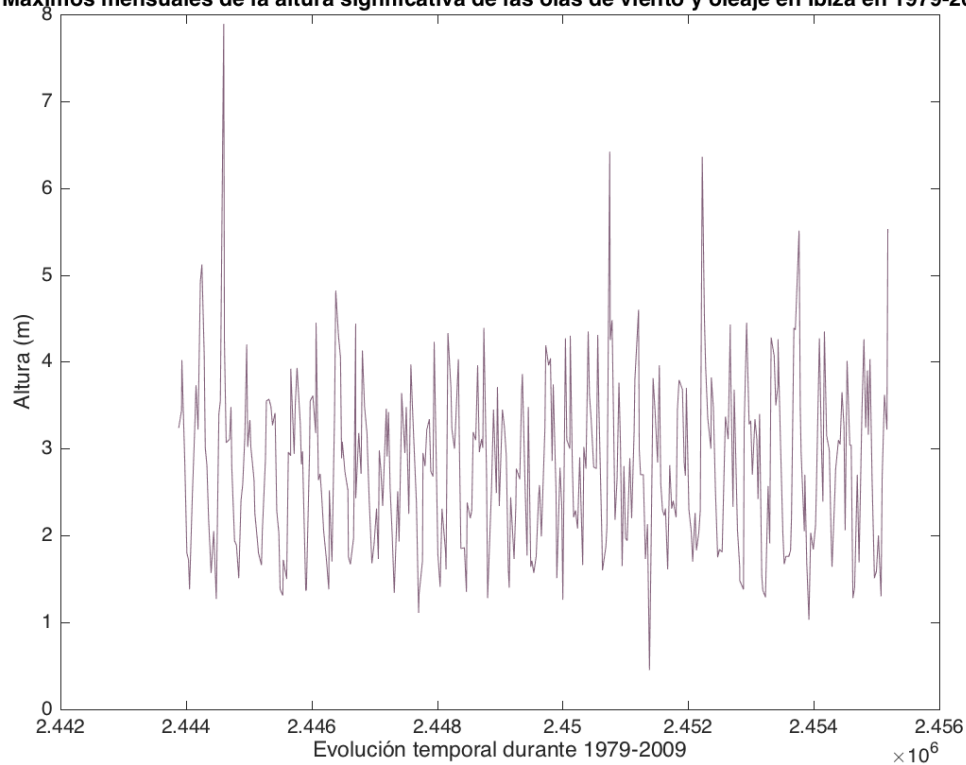






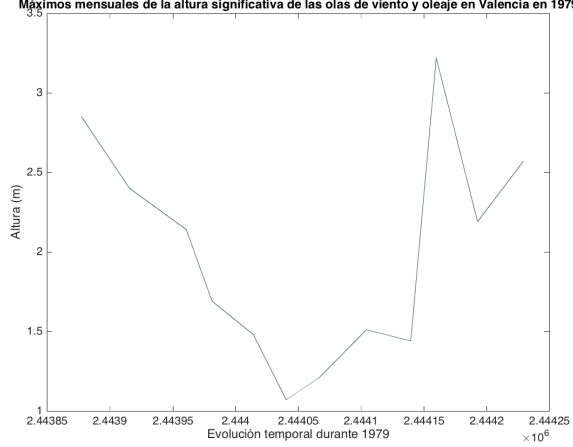


Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Ibiza en 1979-2009

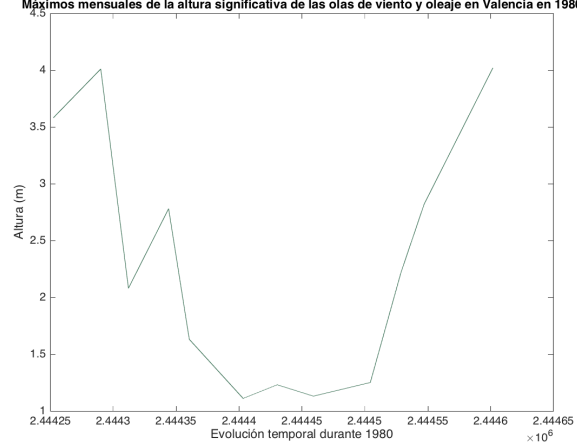


Anexo XVI: Plots de los máximos mensuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje en Valencia:

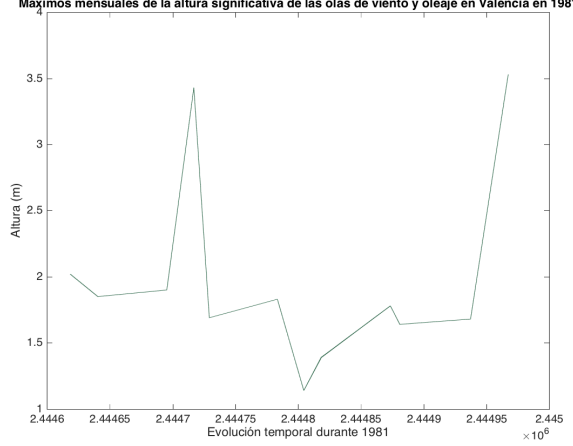
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1979



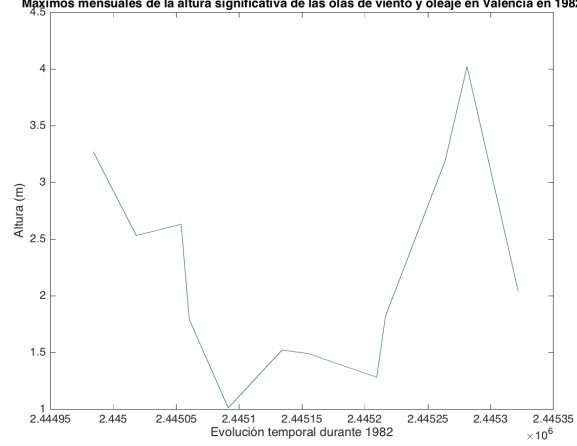
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1980



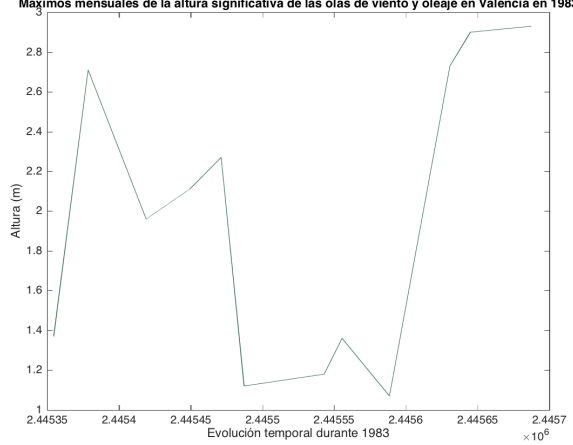
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1981



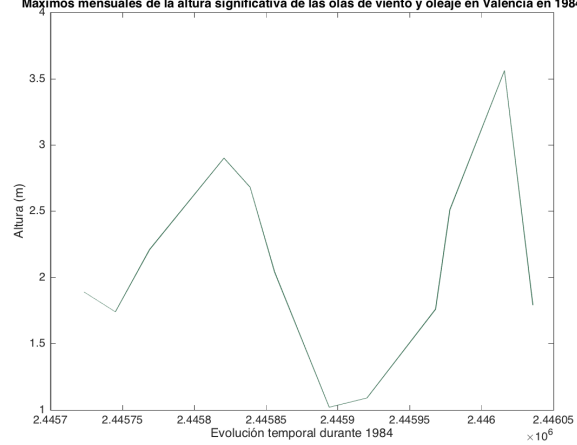
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1982



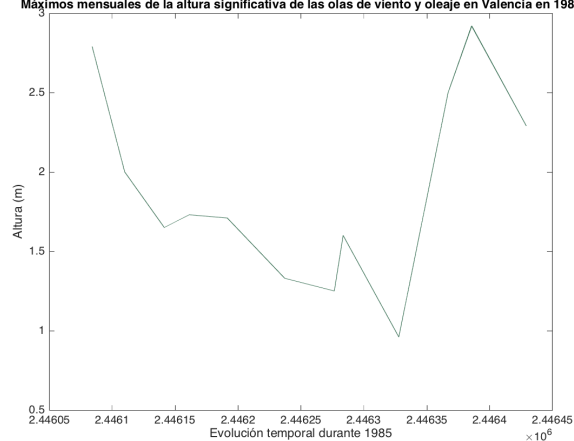
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1983



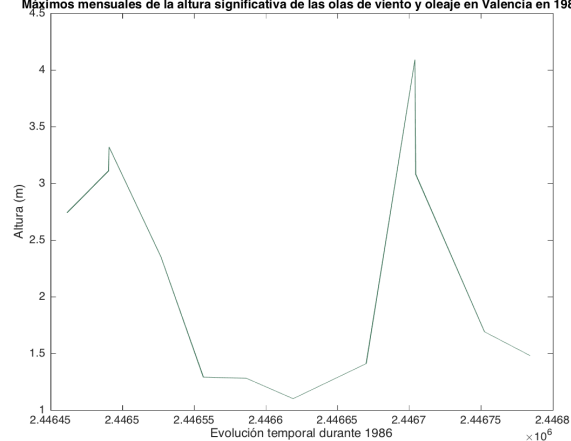
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1984



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1985



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1986



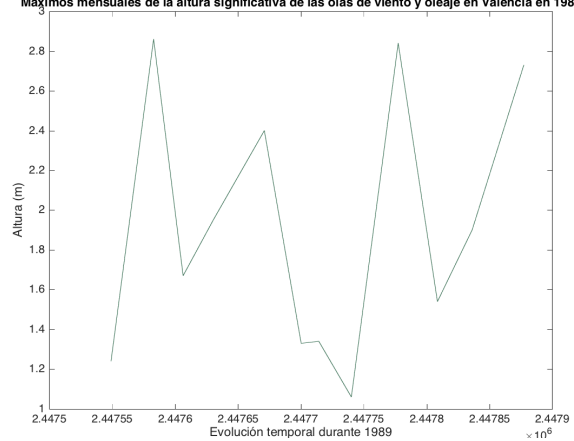
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1987



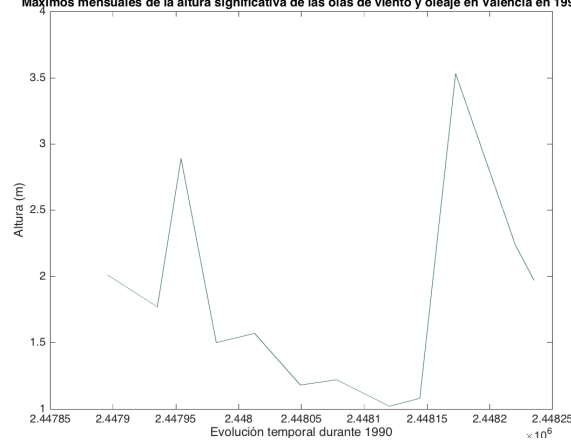
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1988



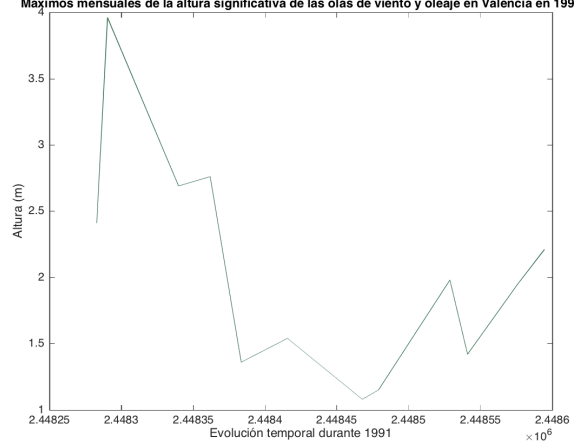
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1989



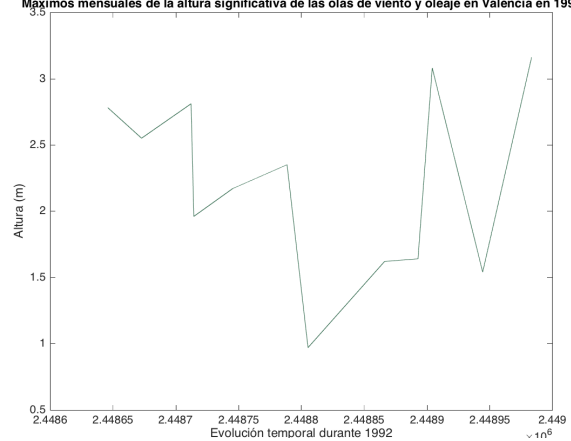
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1990



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1991



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1992



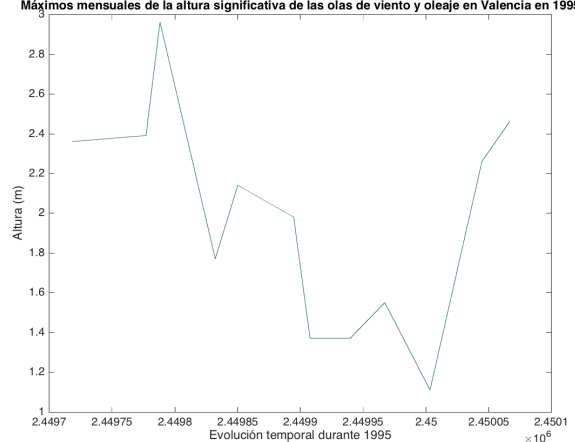
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1993



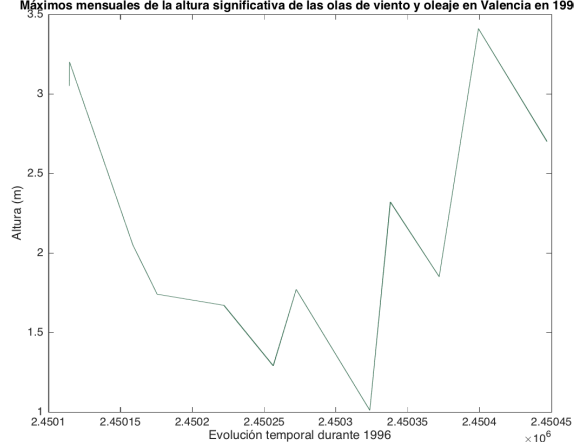
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1994



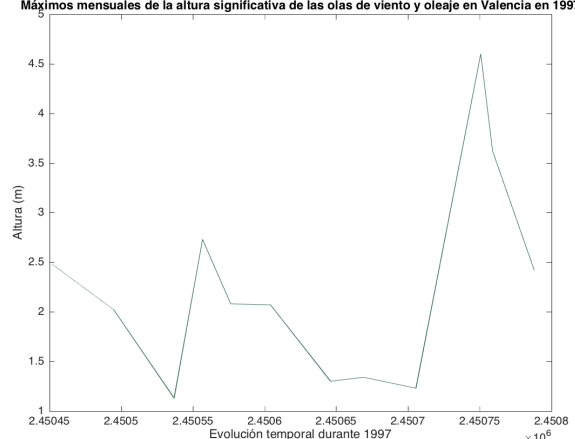
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1995



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1996



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1997



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1998



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1999



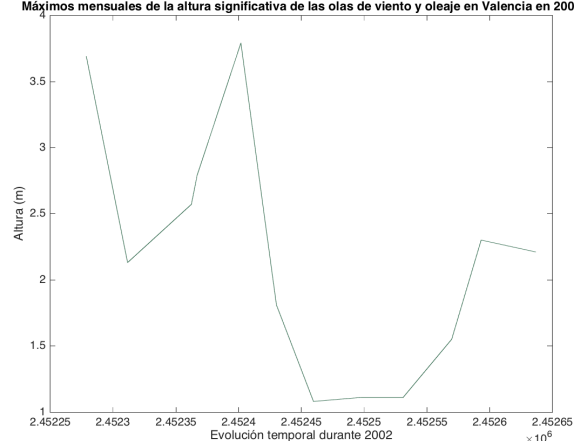
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2000



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2001



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2002



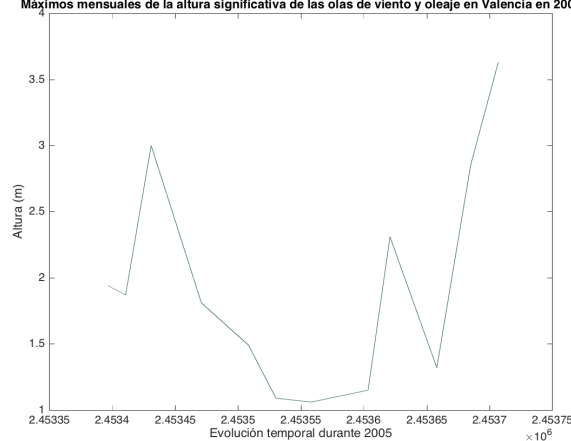
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2003



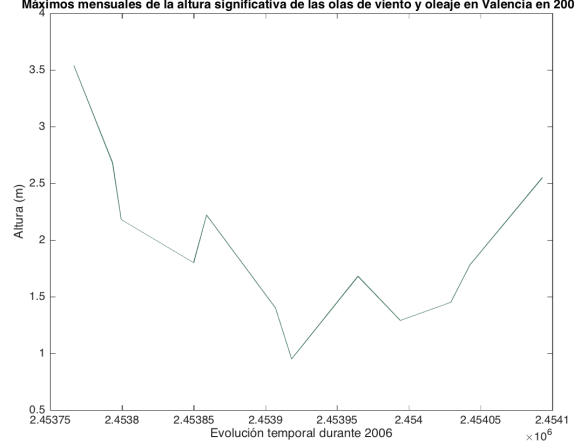
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2004



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2005



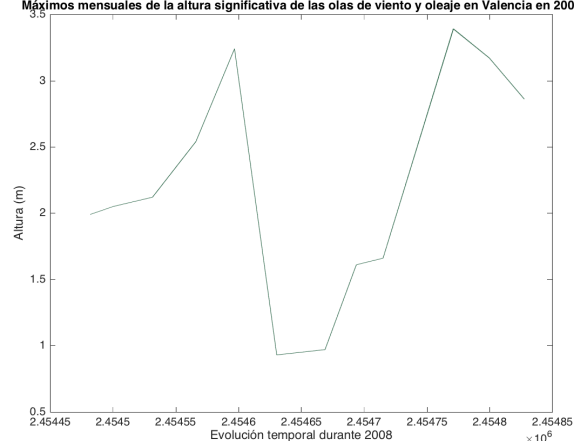
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2006



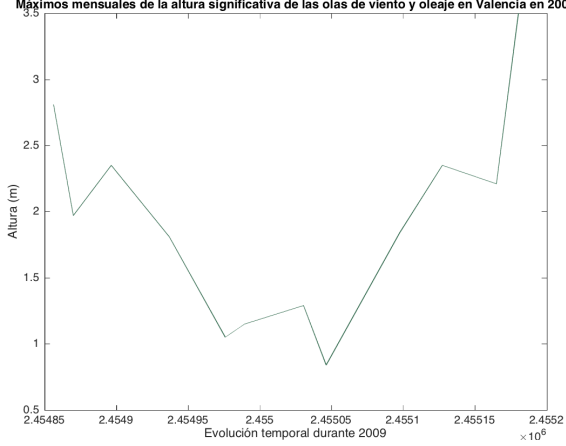
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2007



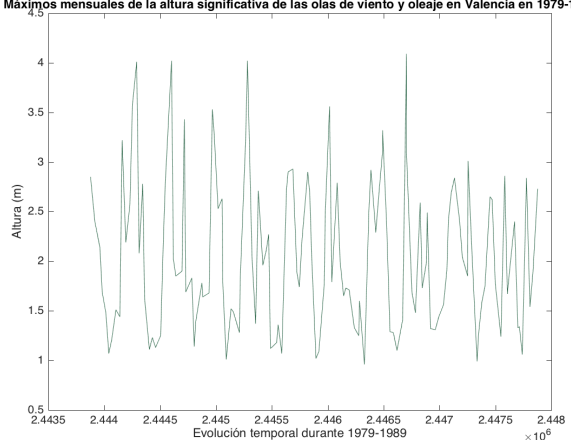
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2008



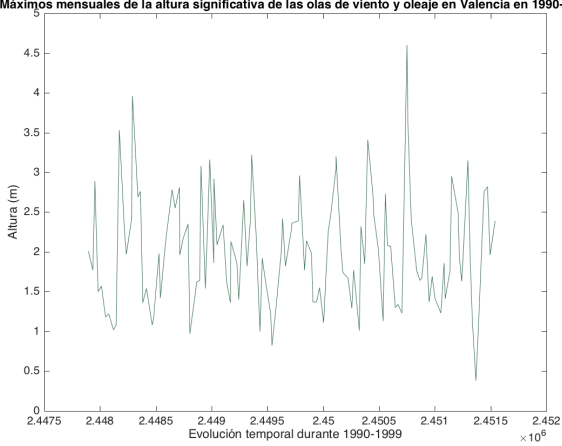
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2009



Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1979-1989



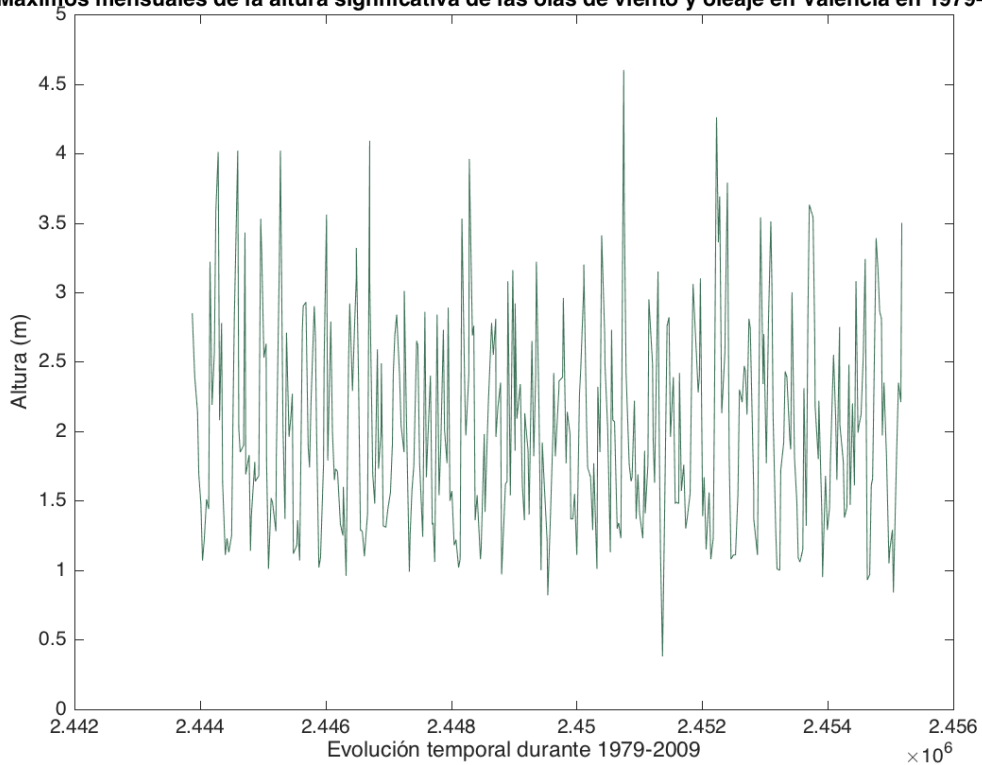
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1990-1999



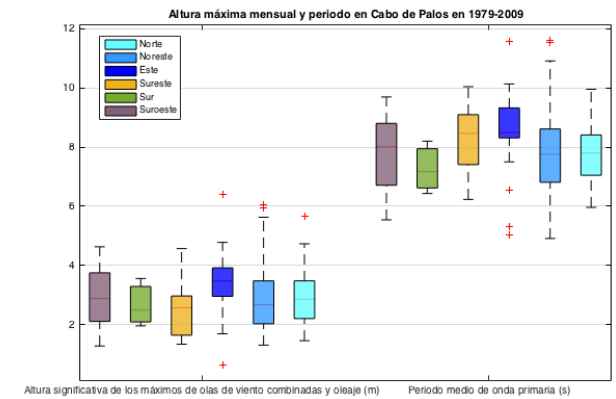
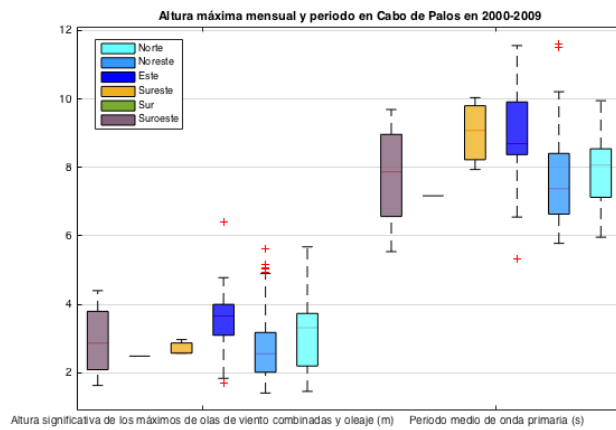
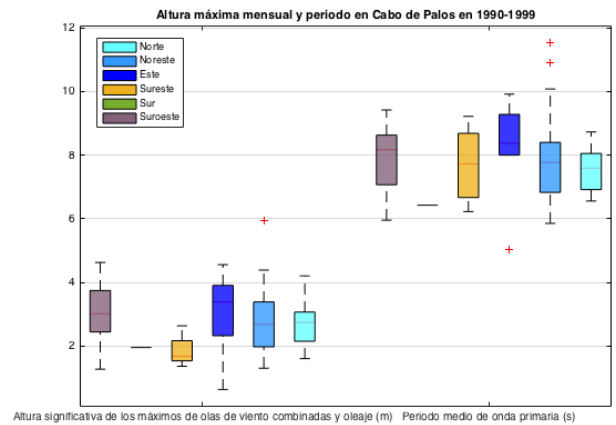
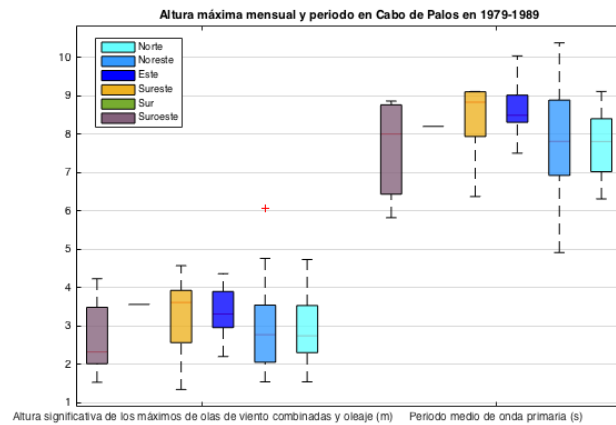
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 2000-2009



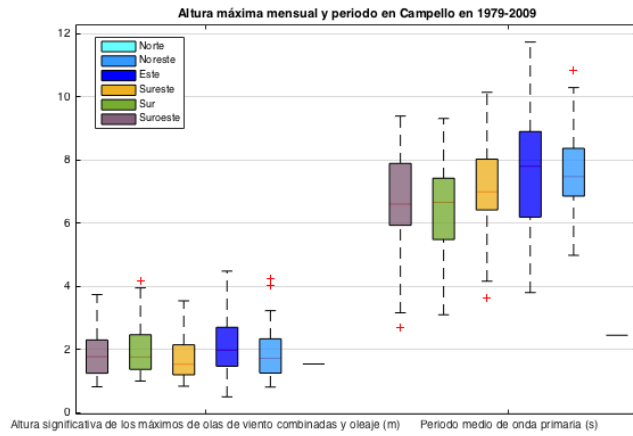
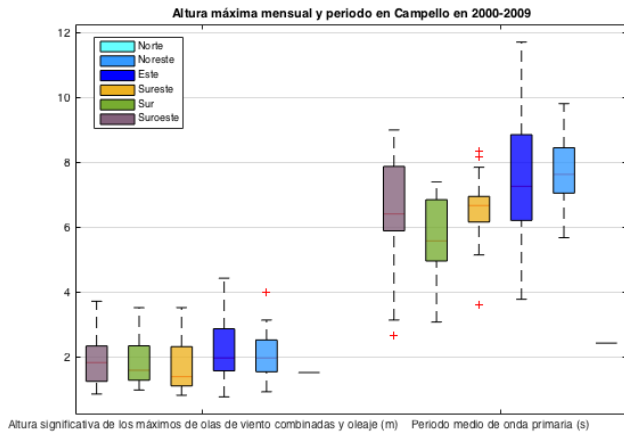
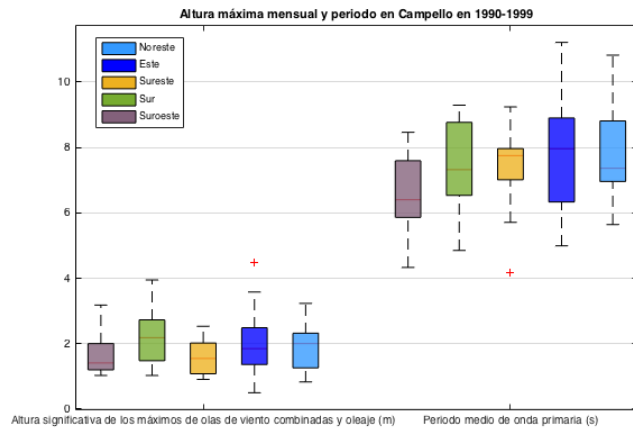
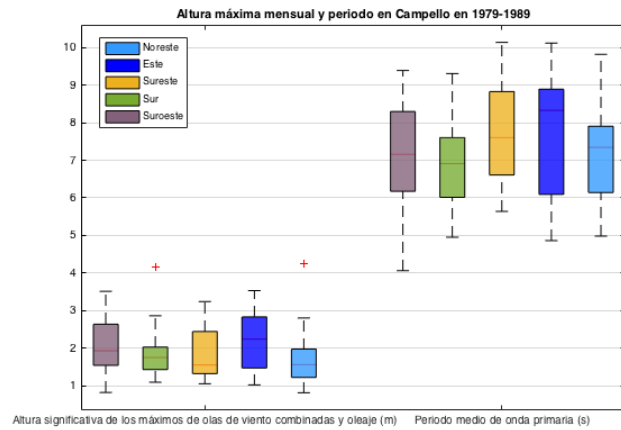
Máximos mensuales de la altura significativa de las olas de viento y oleaje en Valencia en 1979-2009



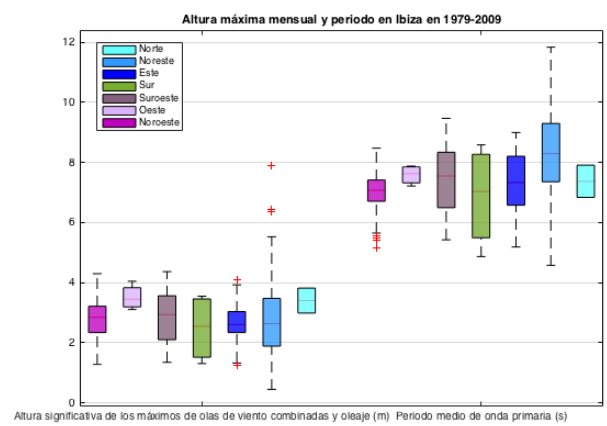
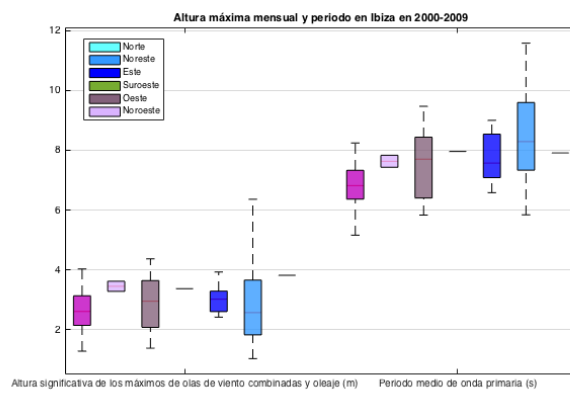
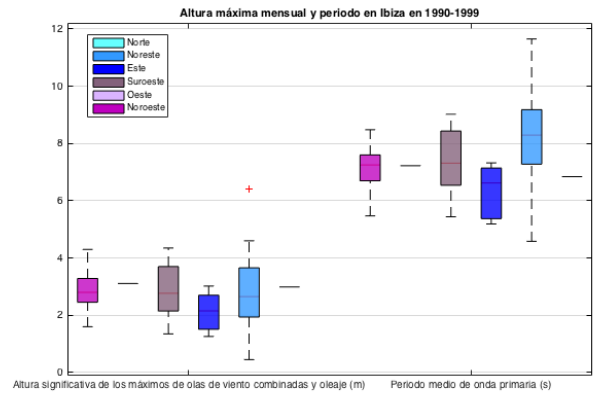
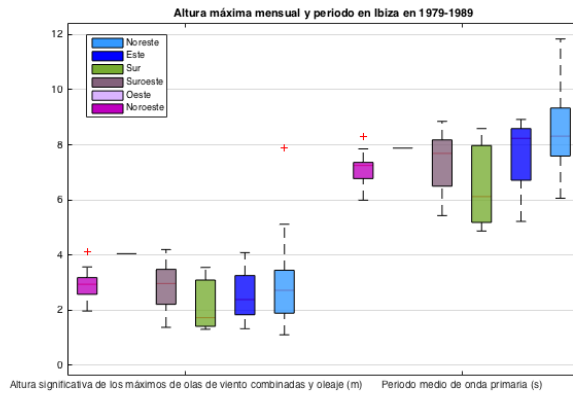
Anexo XVII: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Cabo de Palos:



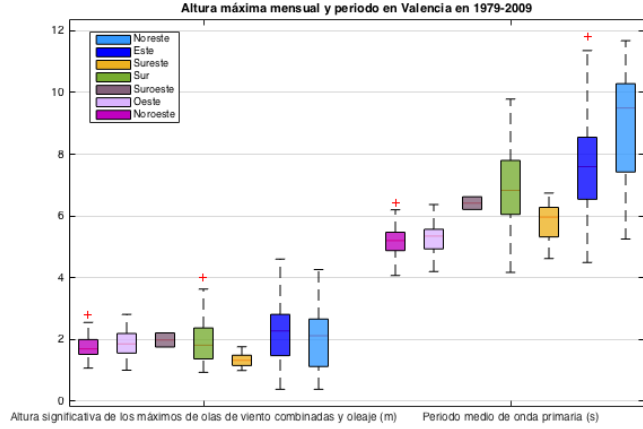
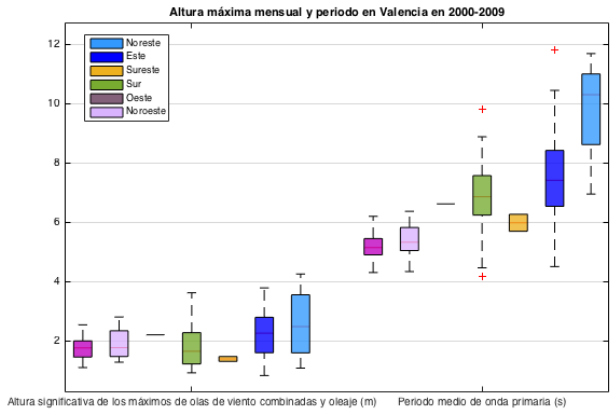
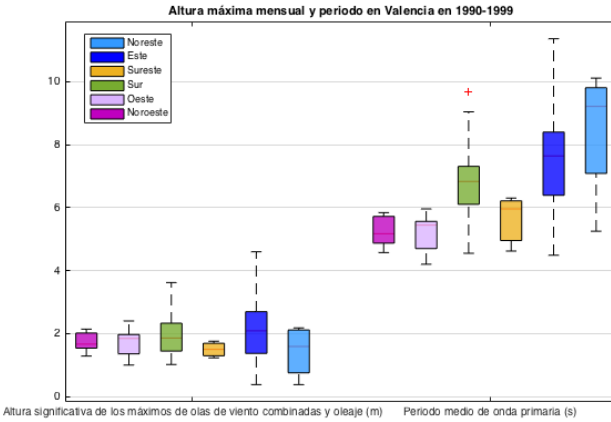
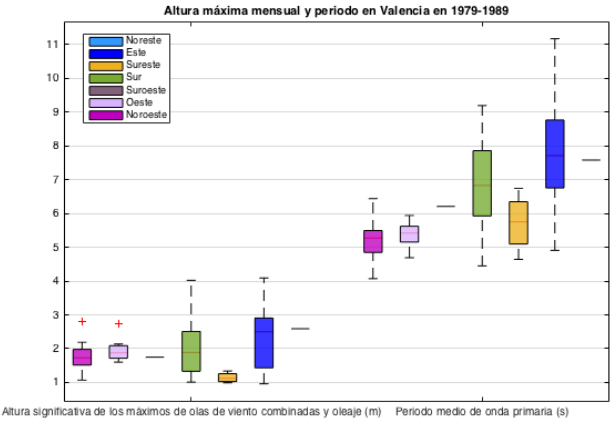
Anexo XVIII: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Campello:



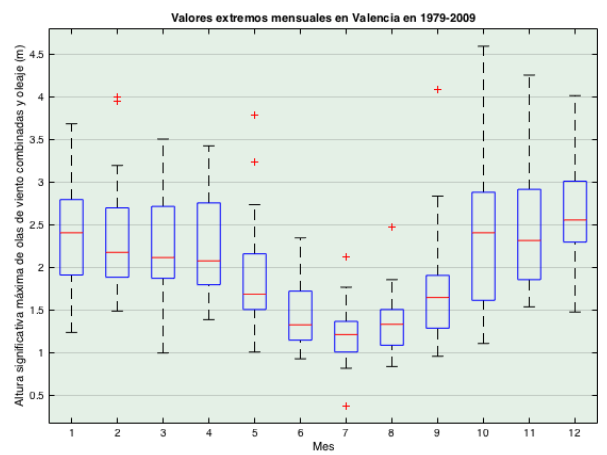
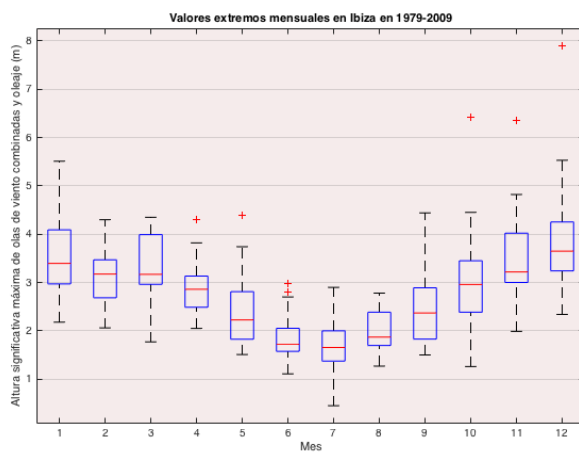
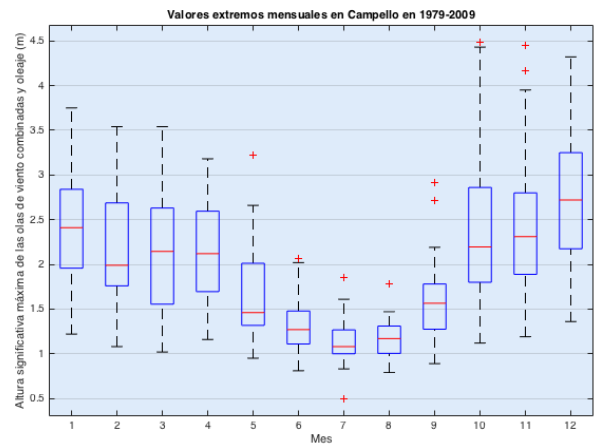
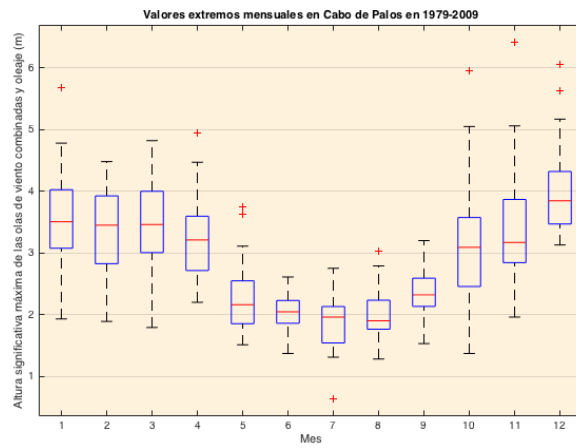
Anexo XIX: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Ibiza:



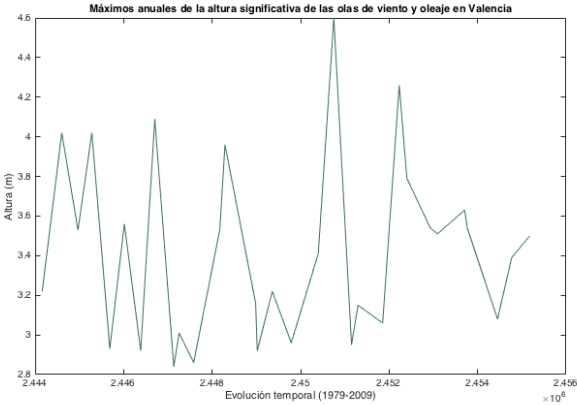
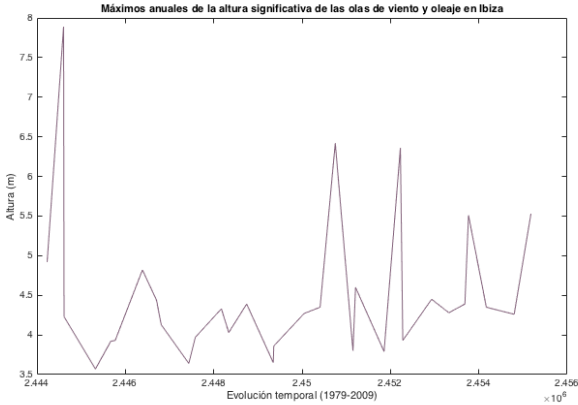
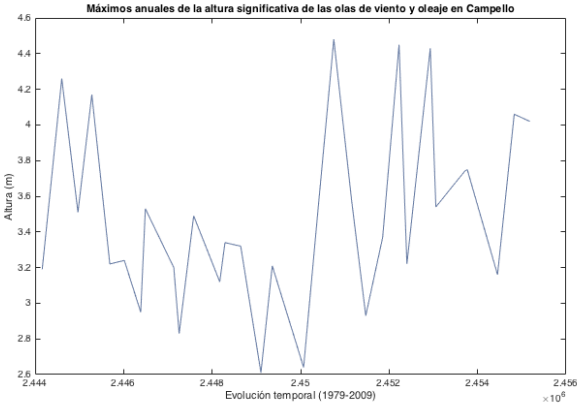
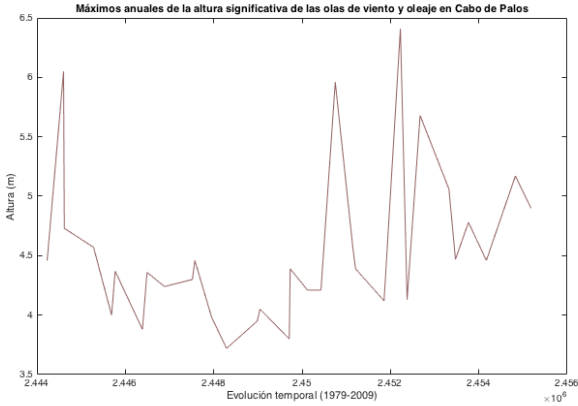
Anexo XX: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Valencia:



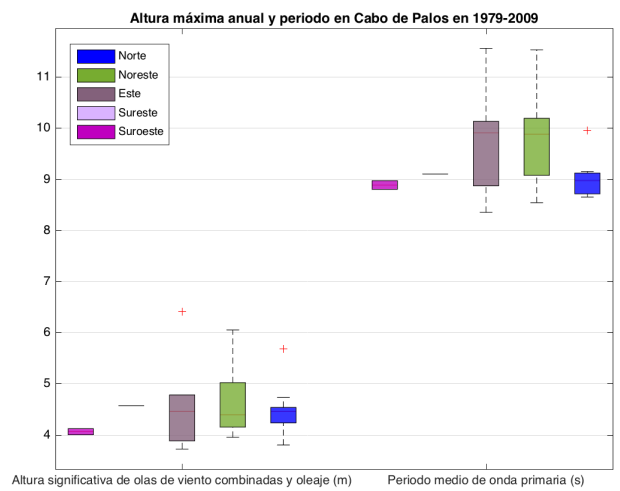
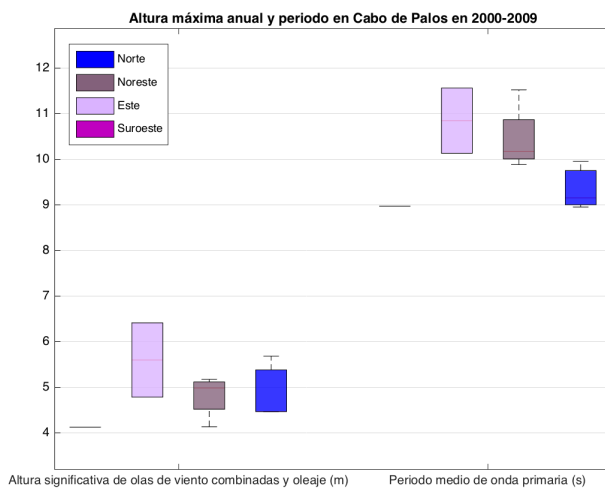
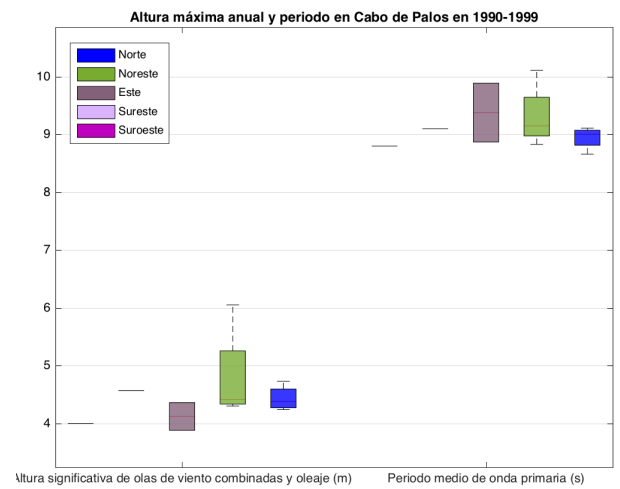
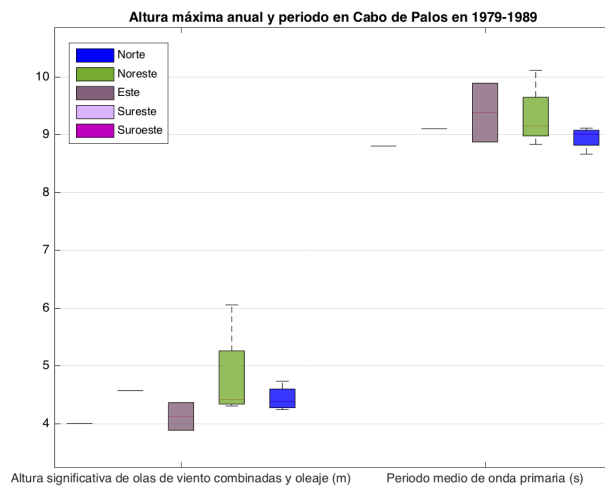
Anexo XXI: Boxplots de altura máxima mensual en base al mes en el que se desarrollan:



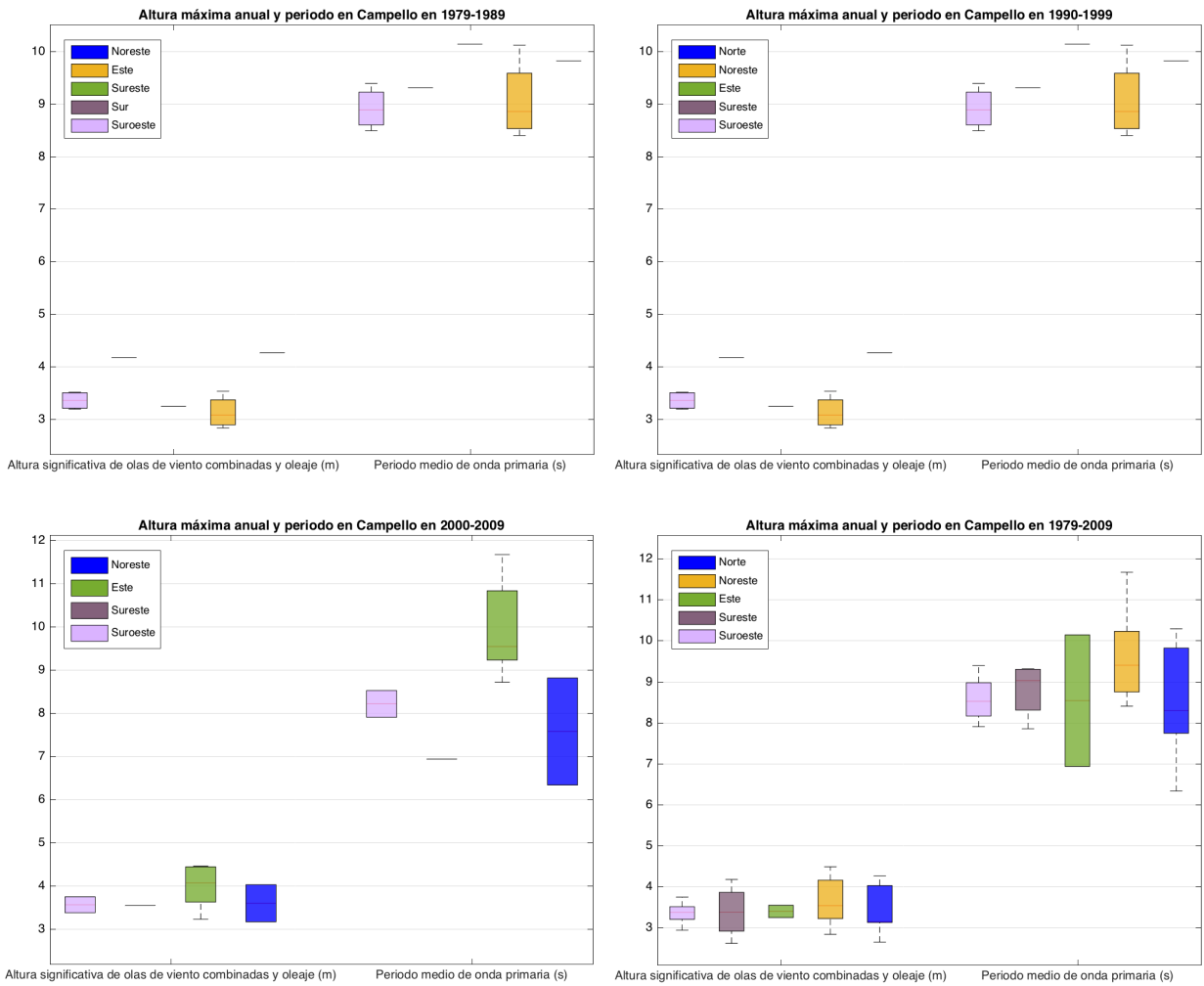
Anexo XXIII: Plots de los máximos anuales de altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje:



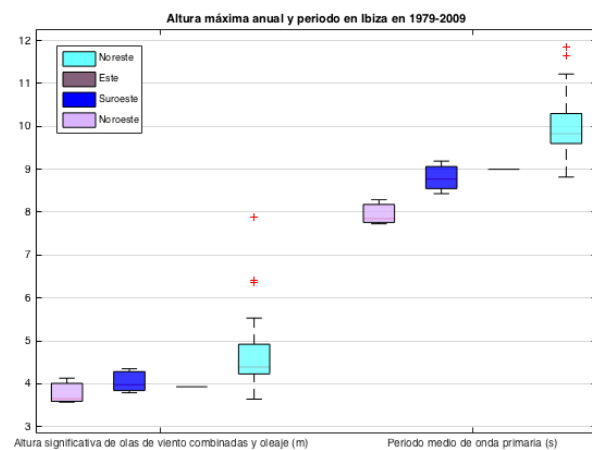
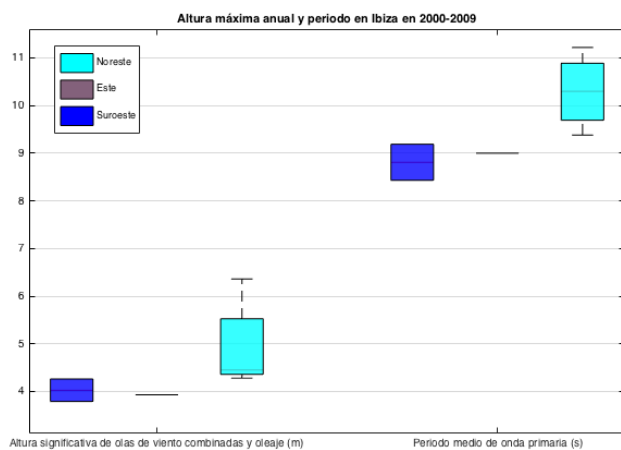
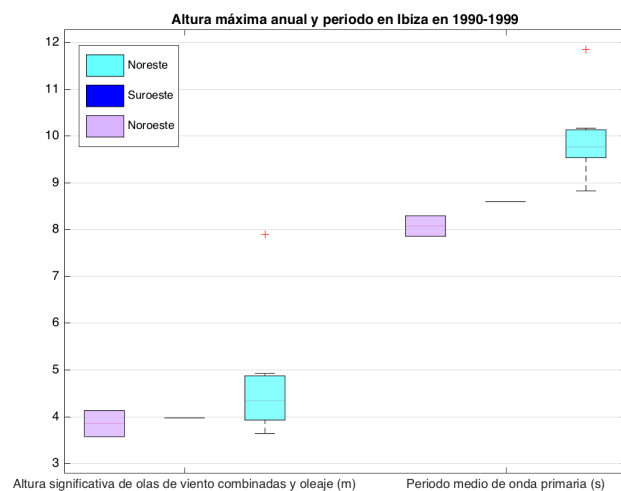
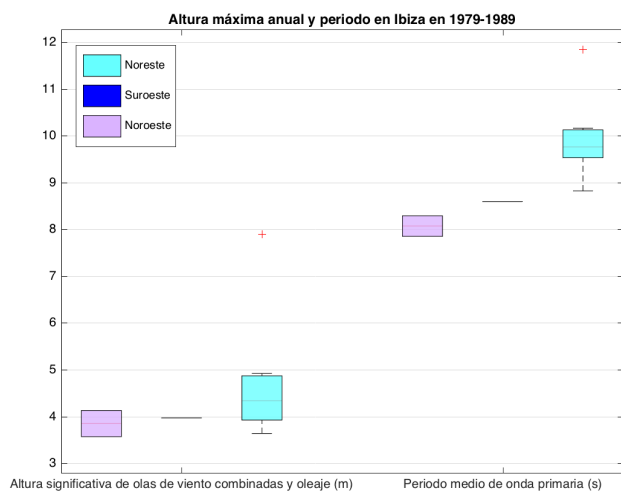
Anexo XXIV: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Cabo de Palos:



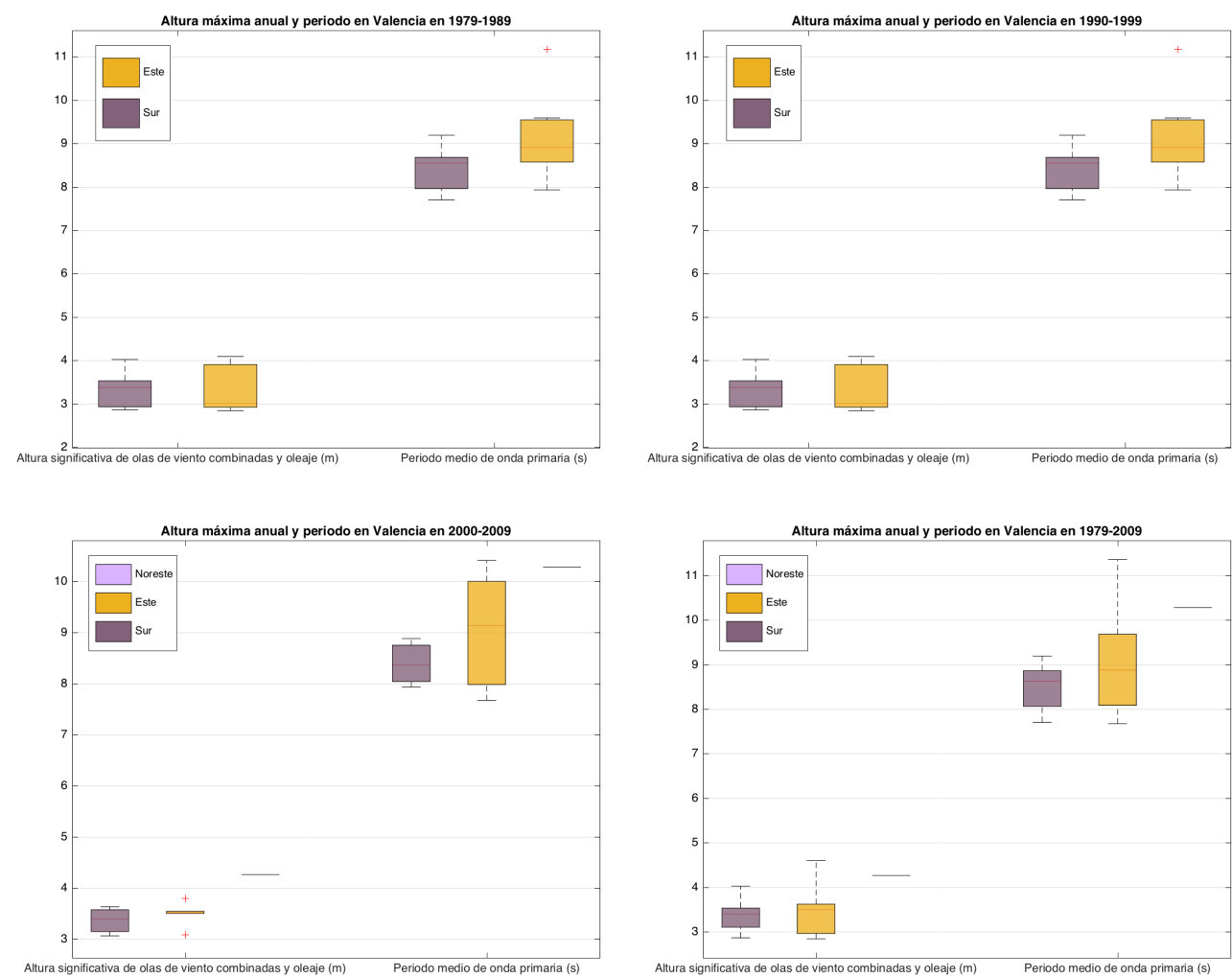
Anexo XXV: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Campello:



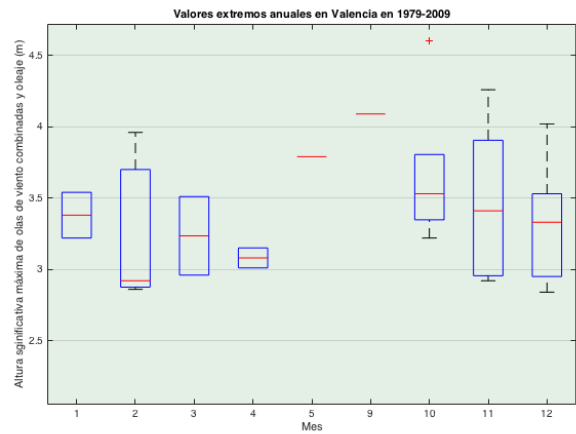
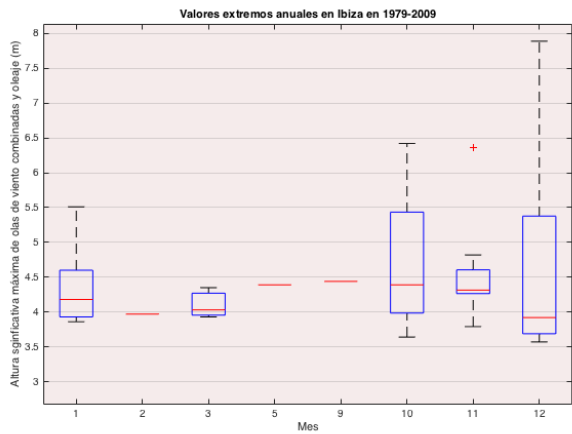
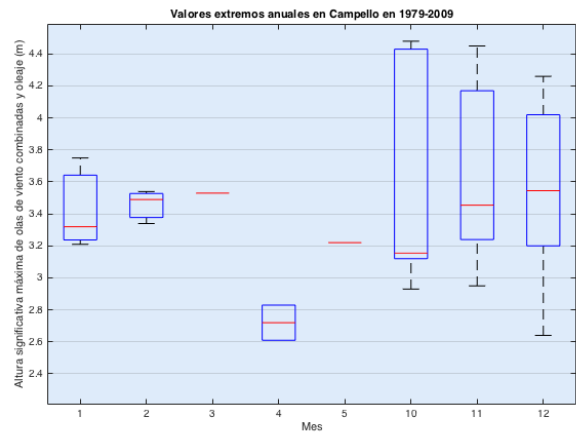
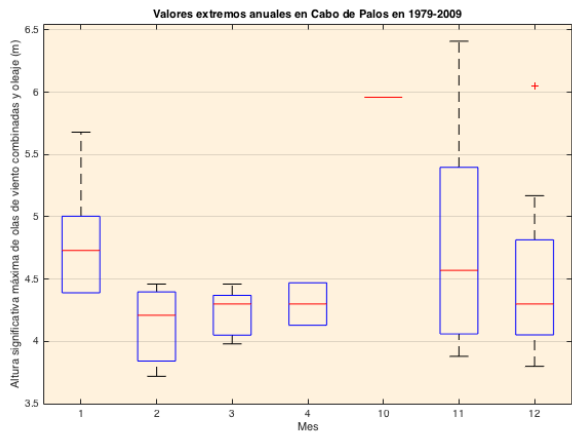
Anexo XXVI: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Ibiza:



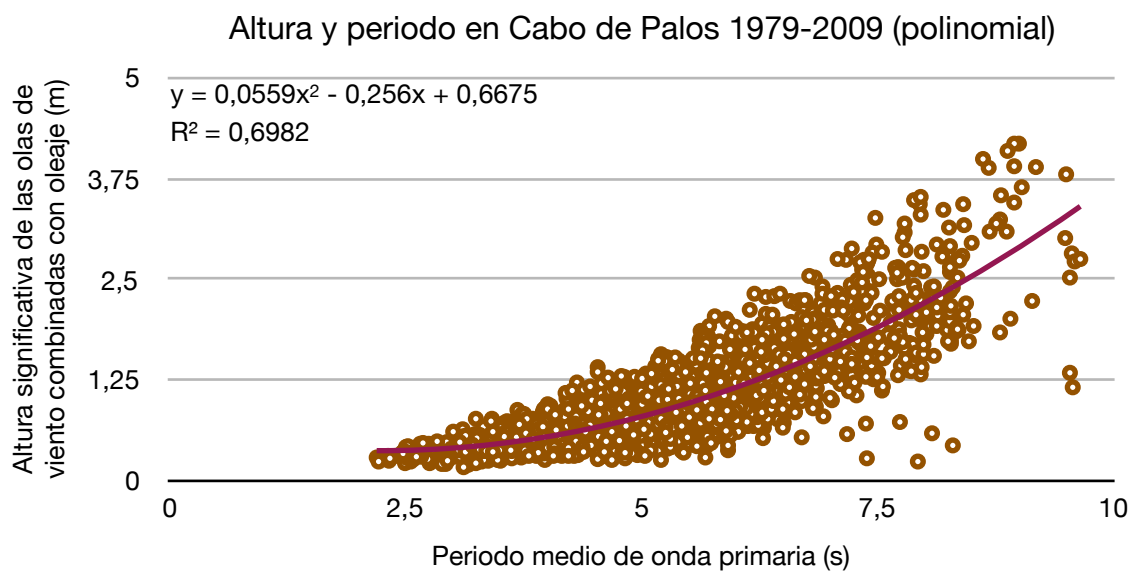
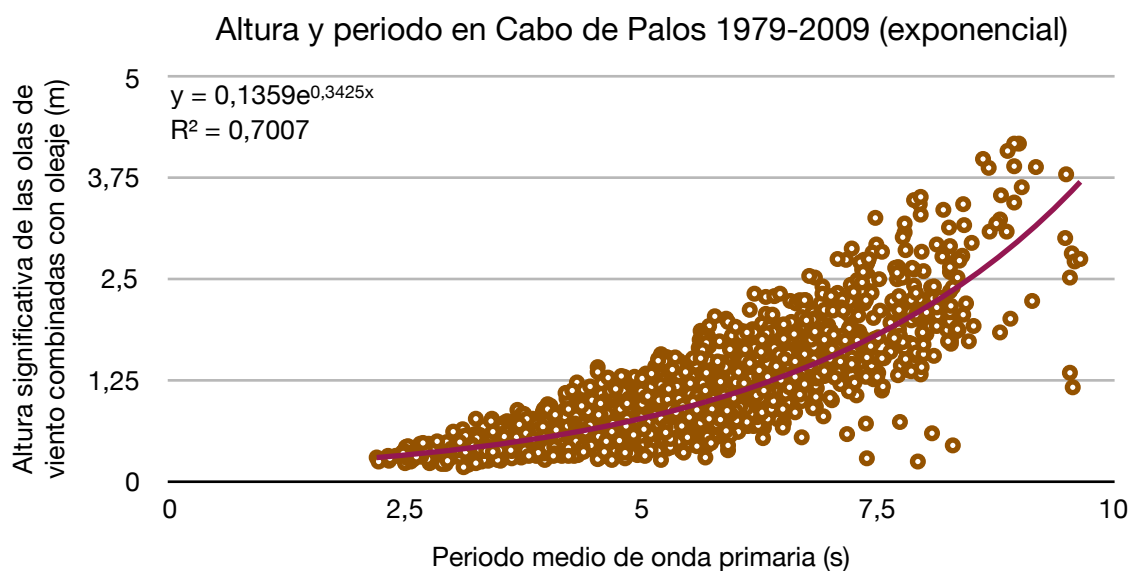
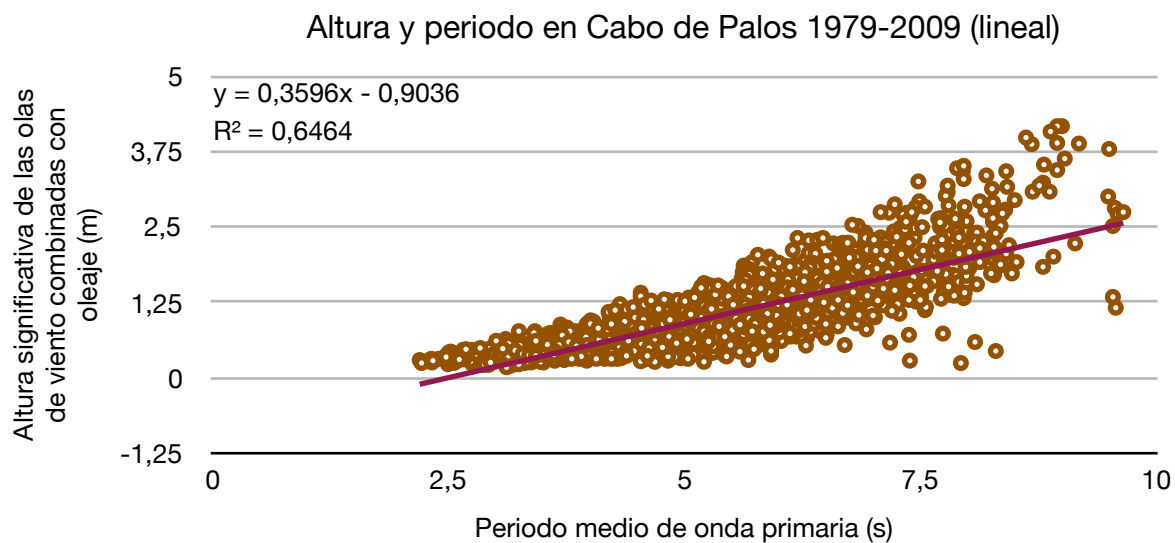
Anexo XXVII: Boxplots de altura máxima anual y periodo en base a la dirección de onda primaria en Valencia:

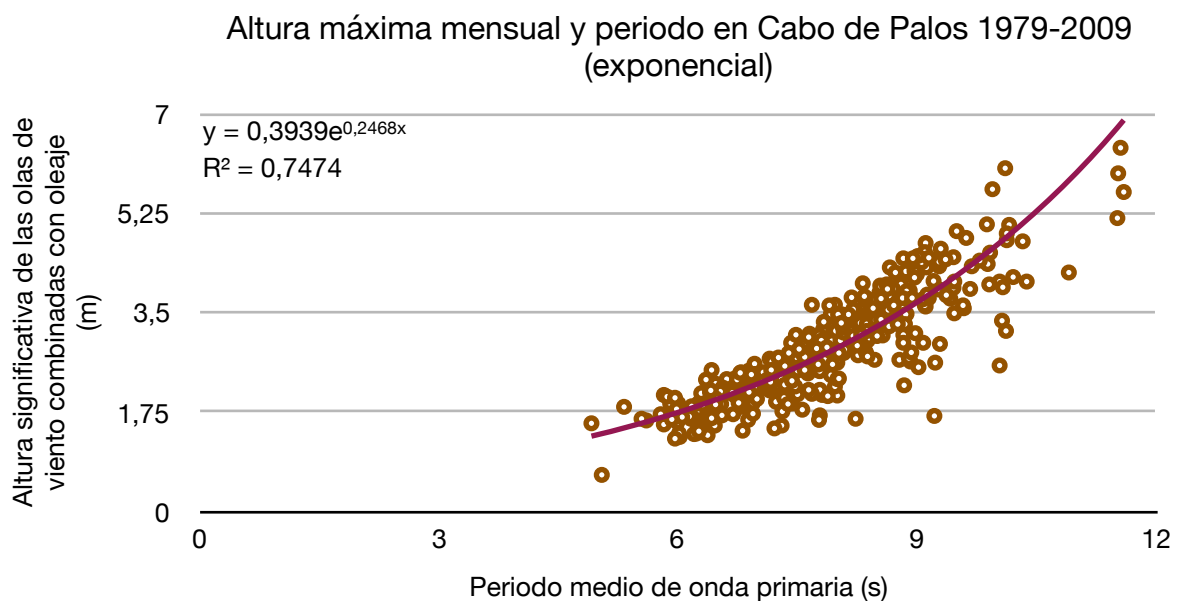
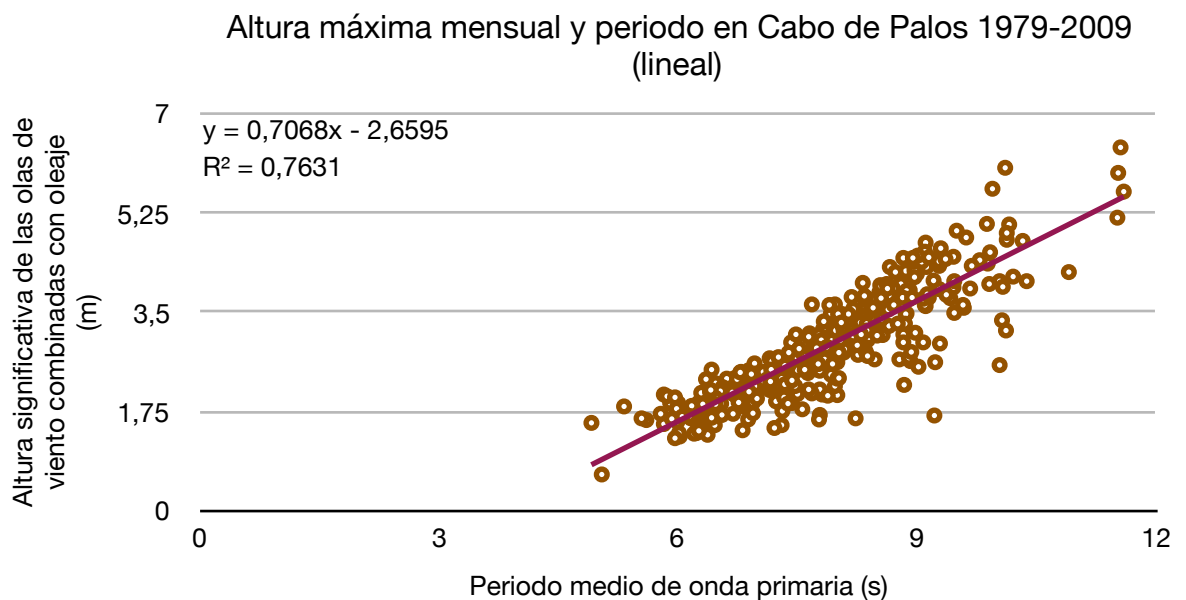
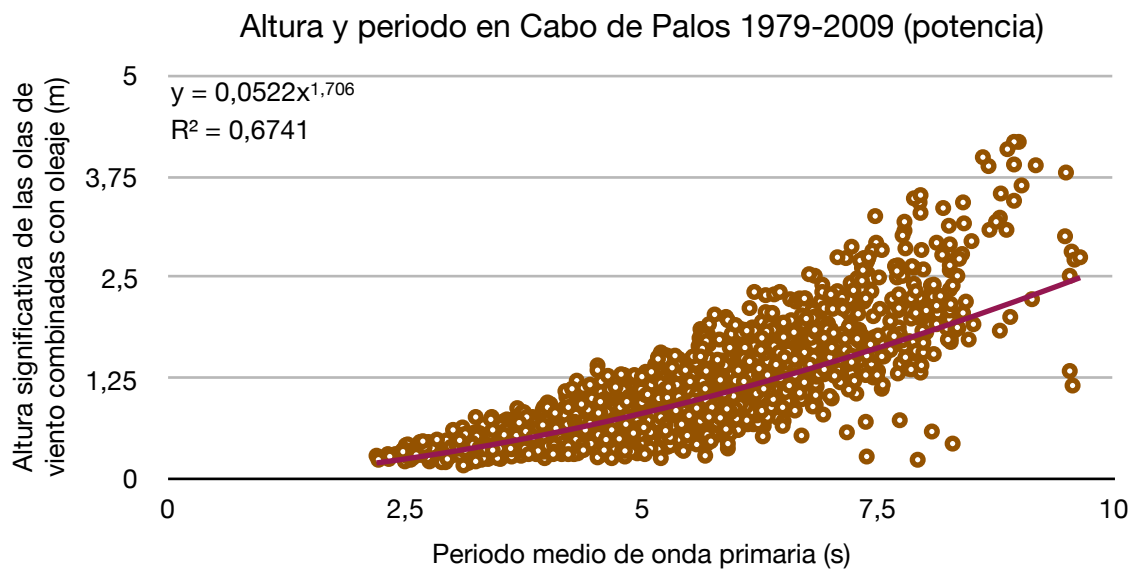


Anexo XXVIII: Boxplots de altura máxima mensual y periodo en base al mes en el que se desarrollan:

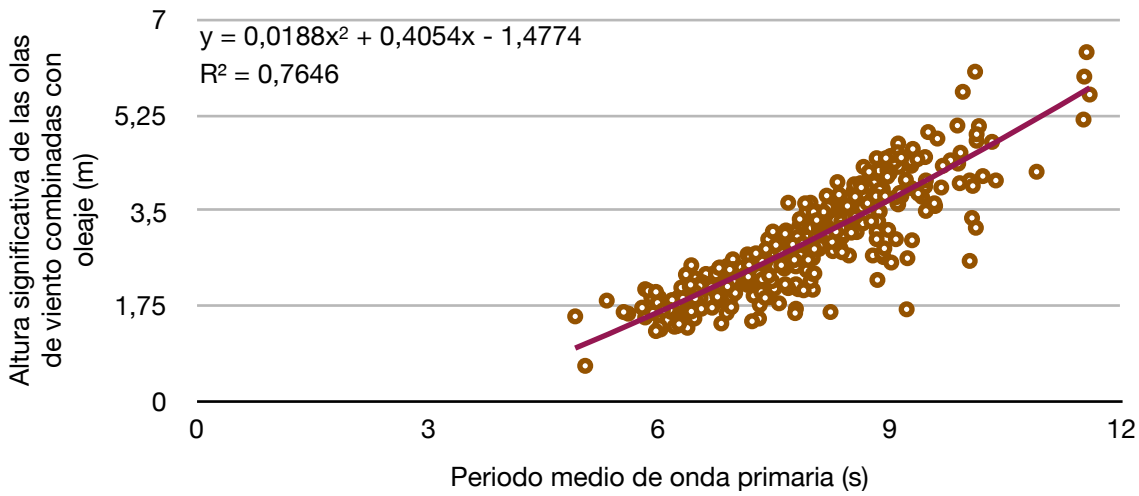


Anexo XXIX: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Cabo de Palos:

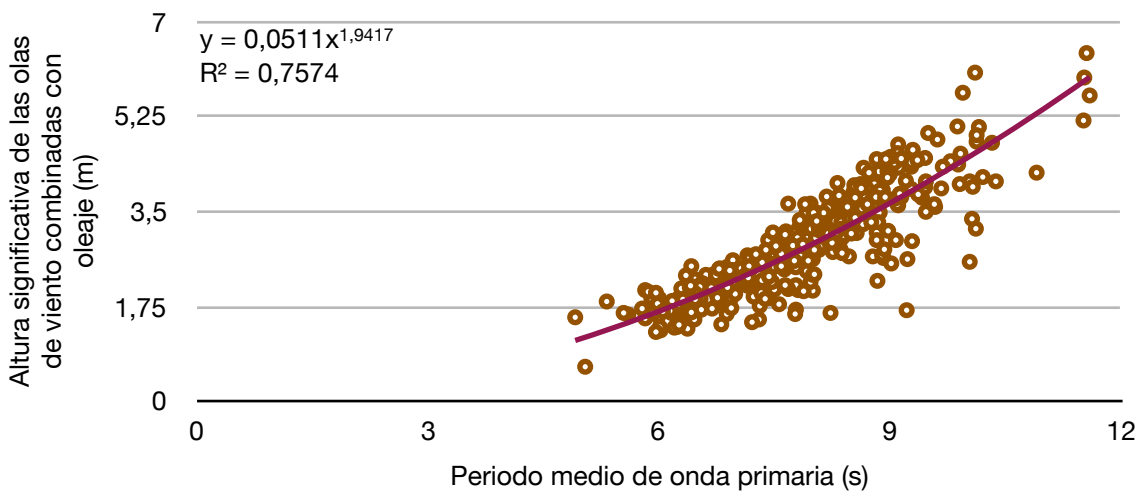




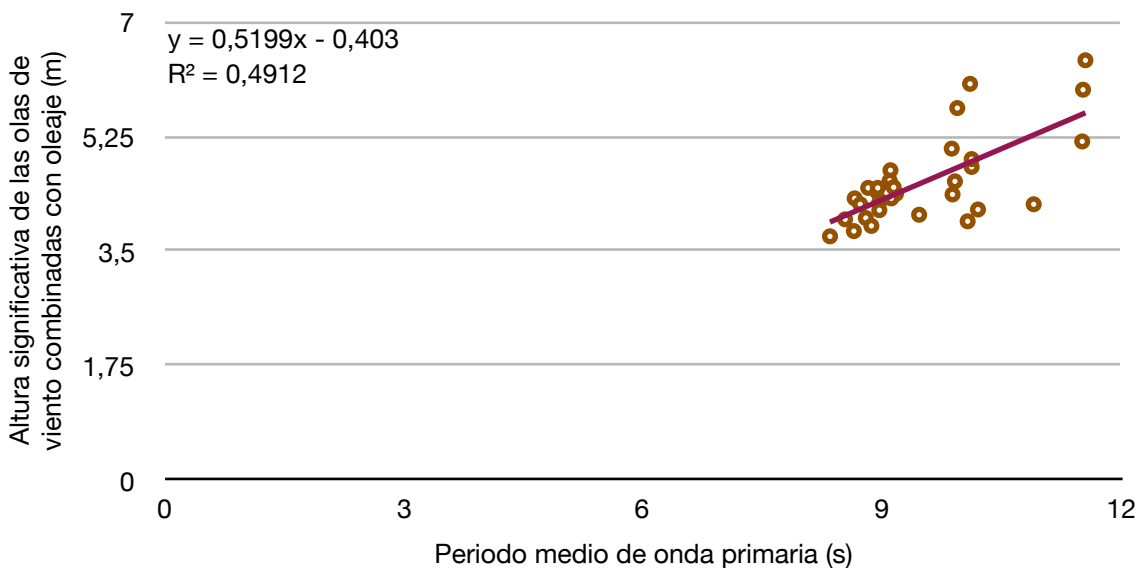
Altura máxima mensual y periodo en Cabo de Palos 1979-2009
(polinomial)



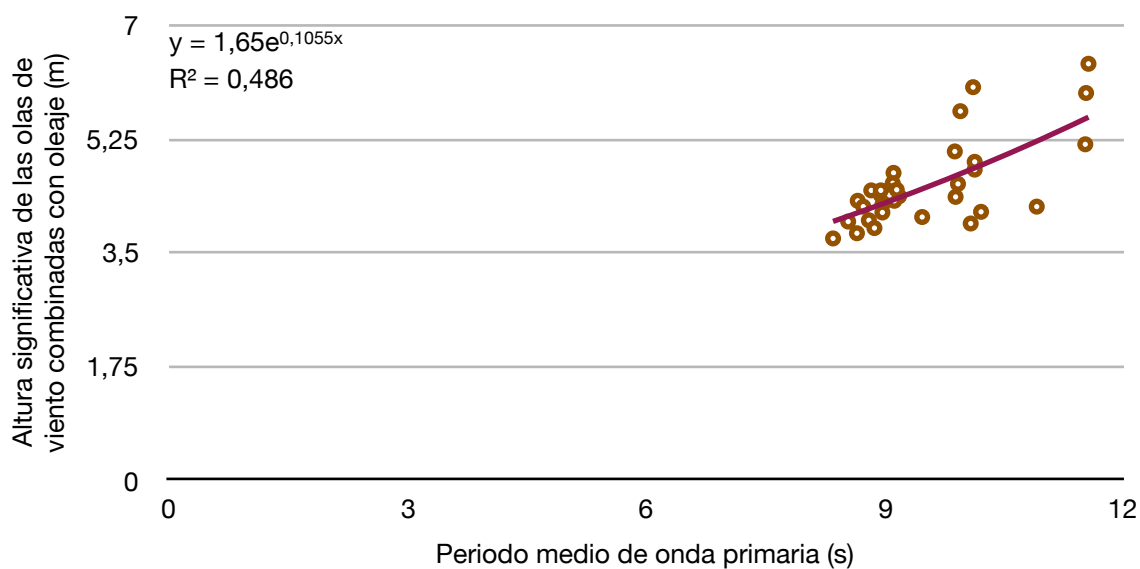
Altura máxima mensual y periodo en Cabo de Palos 1979-2009
(potencia)



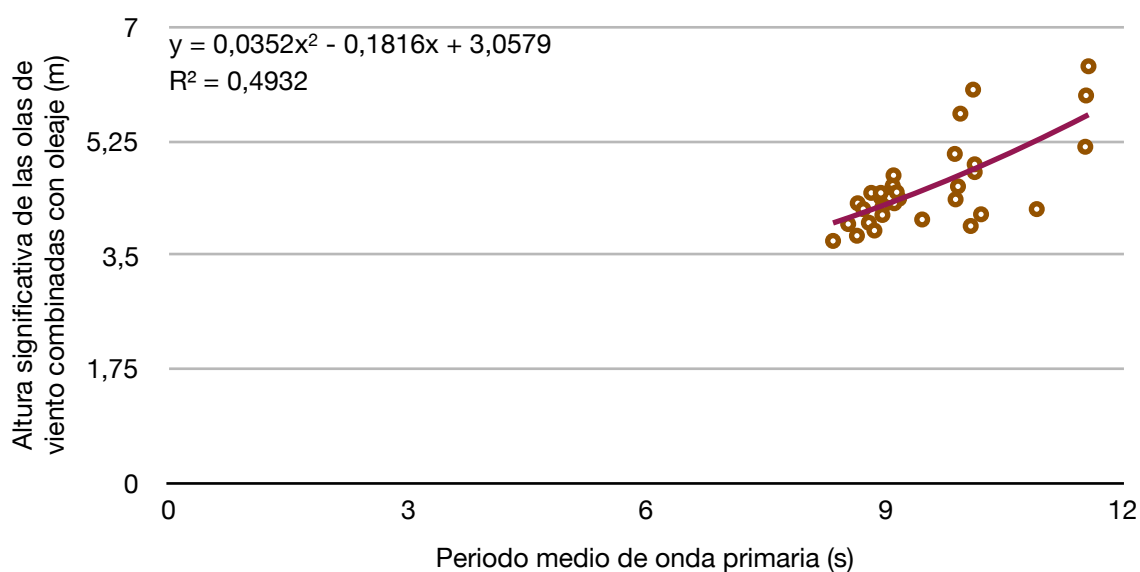
Altura máxima anual y periodo en Cabo de Palos 1979-2009
(lineal)



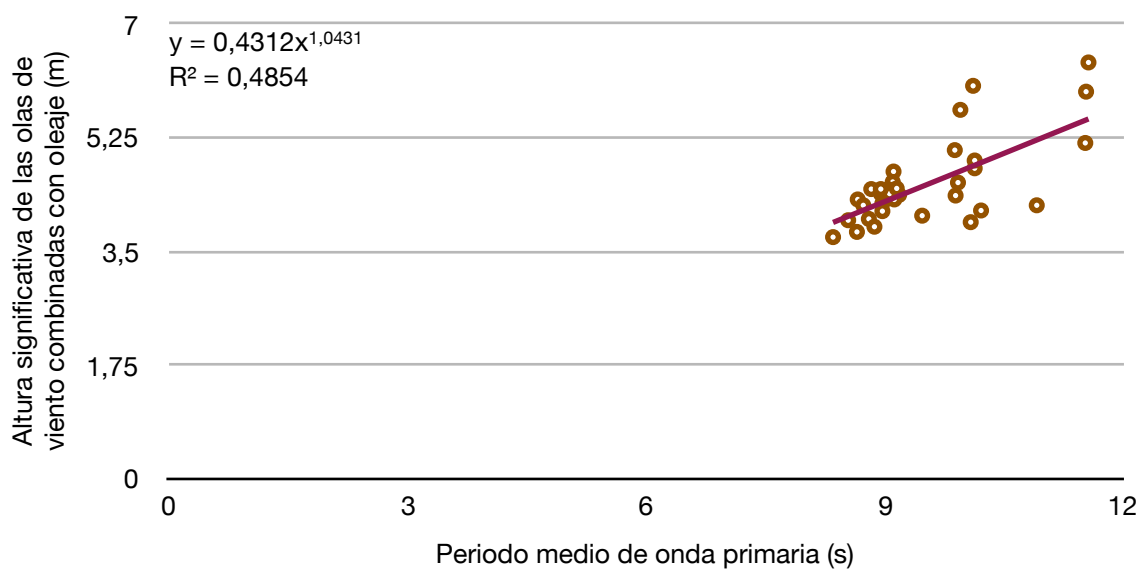
Altura máxima anual y periodo en Cabo de Palos 1979-2009
(exponencial)



Altura máxima anual y periodo en Cabo de Palos 1979-2009
(polinomial)

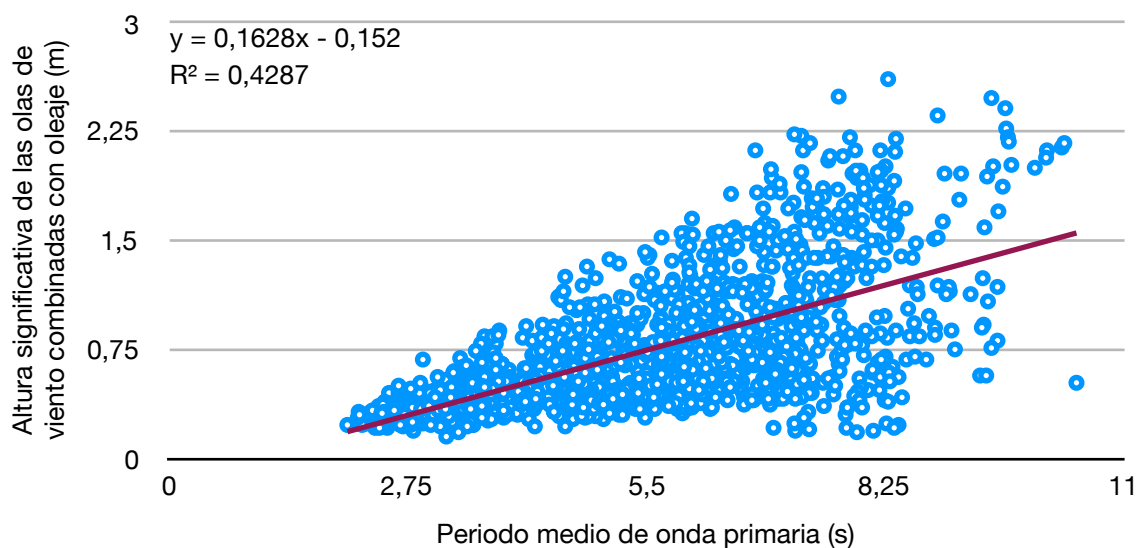


Altura máxima anual y periodo en Cabo de Palos 1979-2009
(potencia)

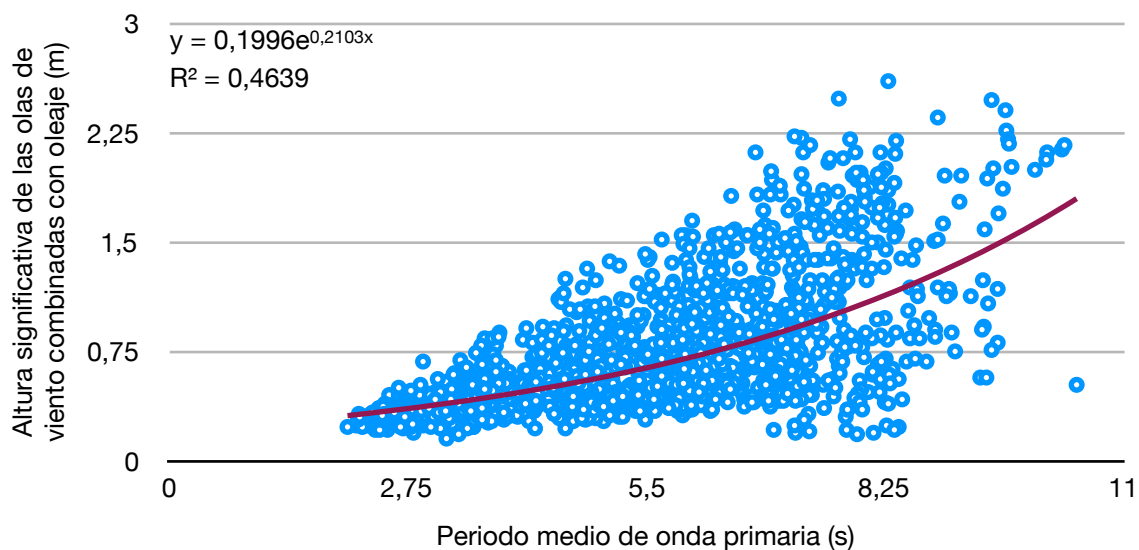


Anexo XXX: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Campello:

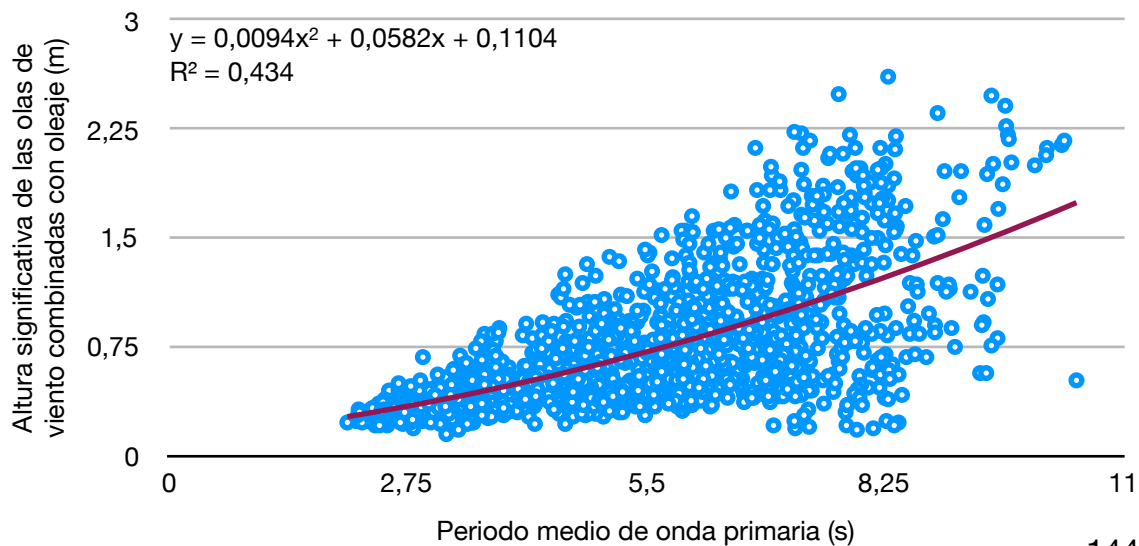
Altura y periodo en Campello 1979-2009 (lineal)



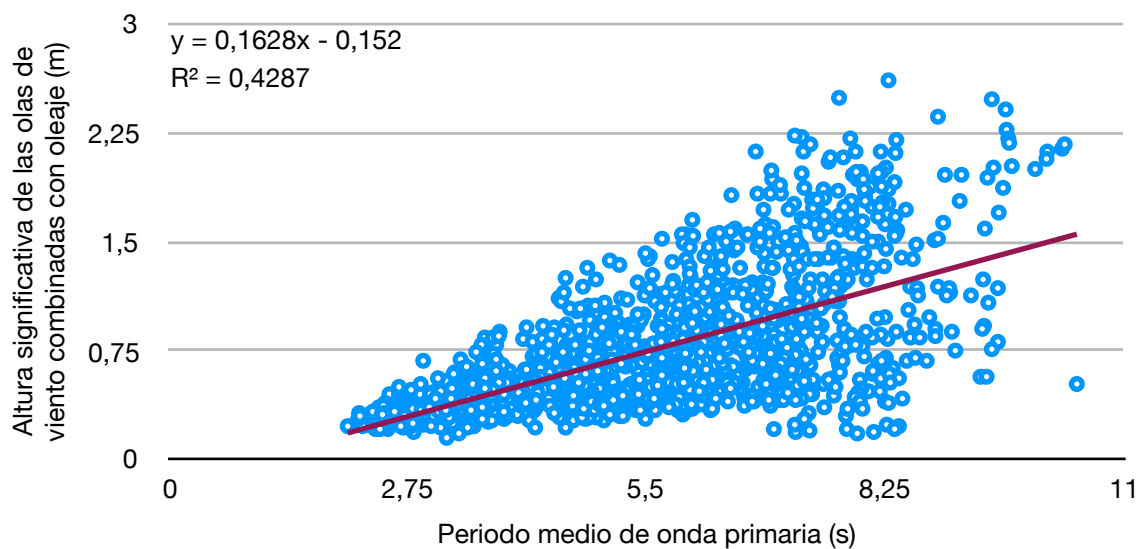
Altura y periodo en Campello 1979-2009 (exponencial)



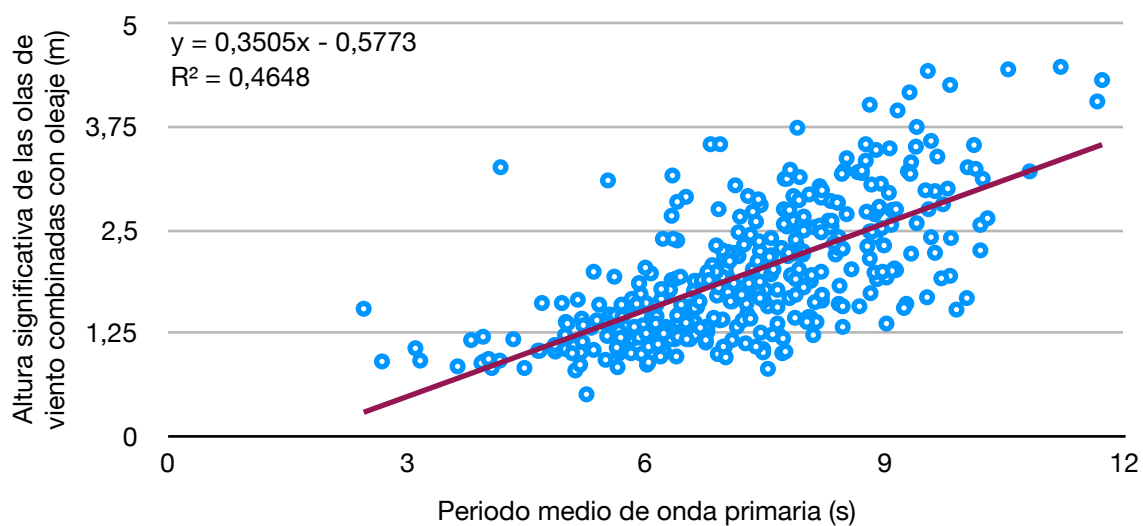
Altura y periodo en Campello 1979-2009 (polinomial)



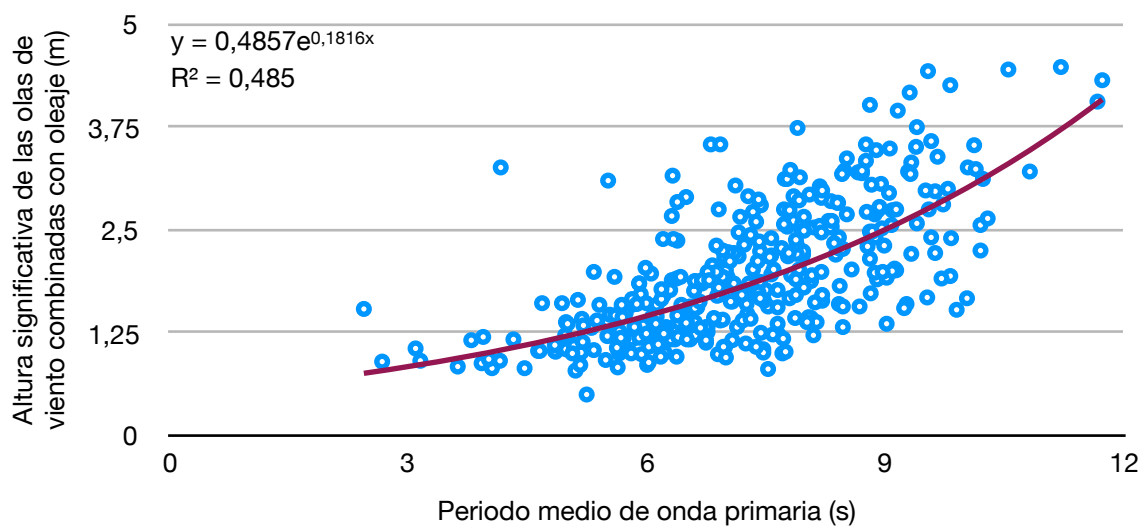
Altura y periodo en Campello 1979-2009 (potencia)



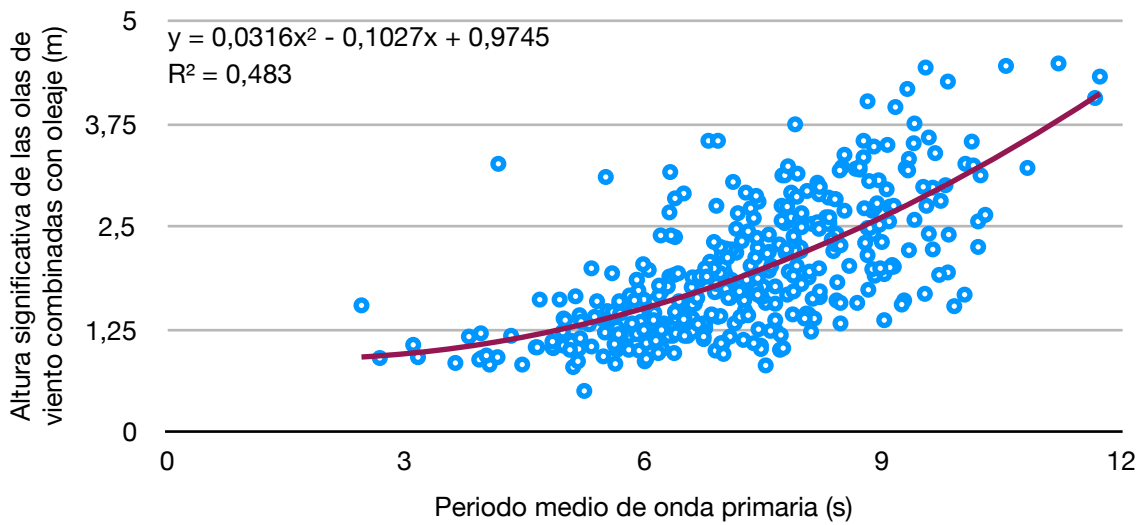
Altura máxima mensual y periodo en Campello 1979-2009 (lineal)



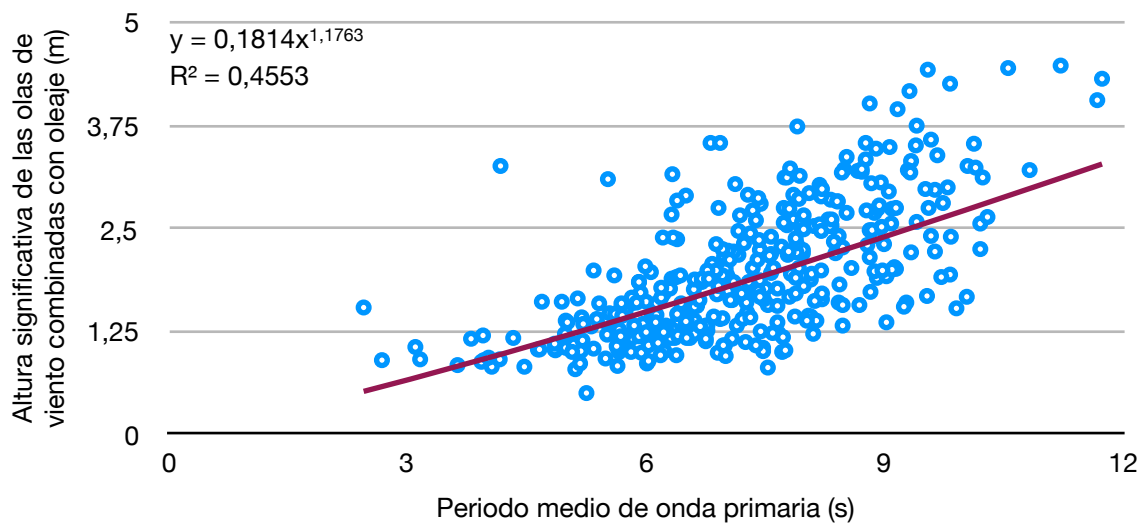
Altura máxima mensual y periodo en Campello 1979-2009 (exponencial)



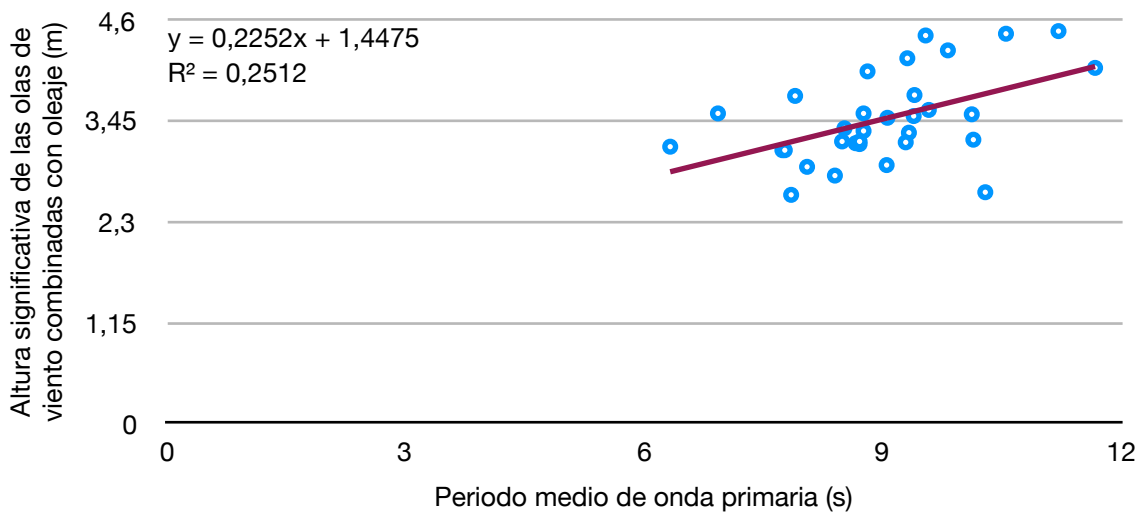
Altura máxima mensual y periodo en Campello 1979-2009
(polinomial)



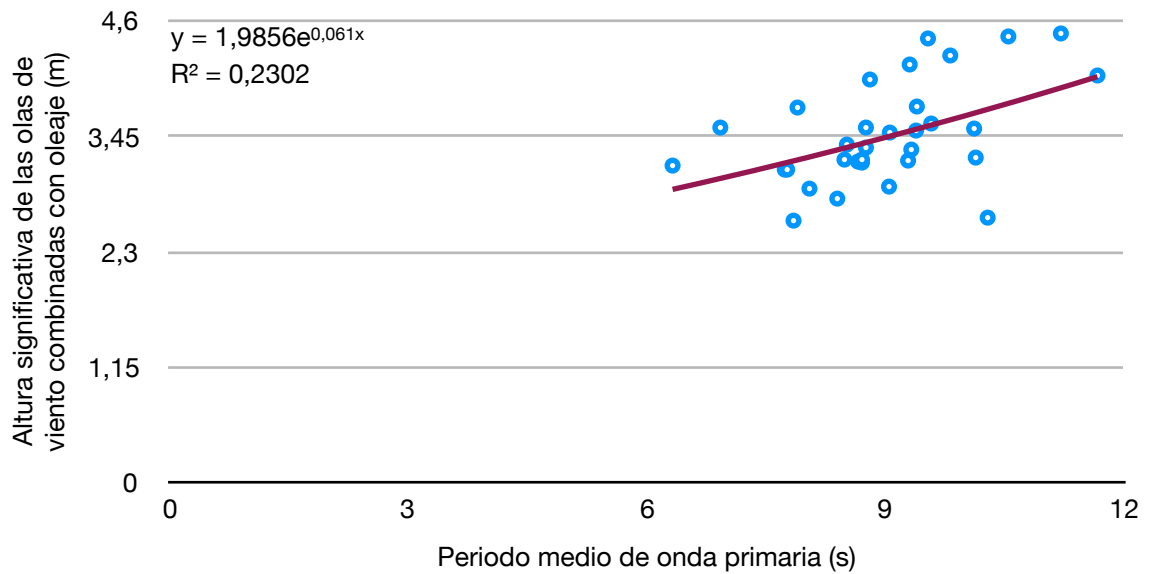
Altura máxima mensual y periodo en Campello 1979-2009
(potencia)



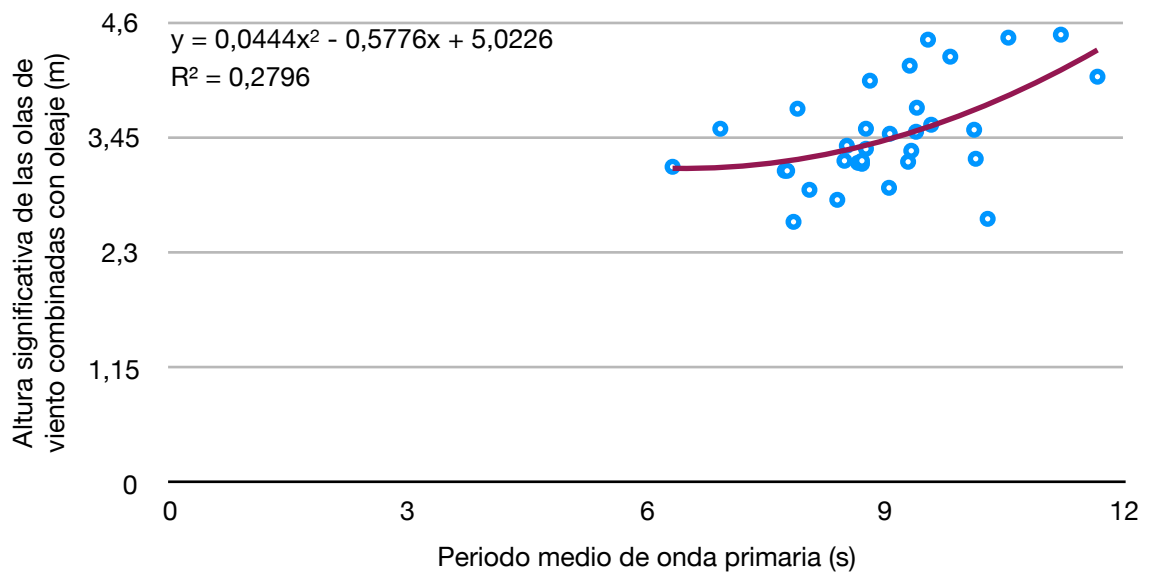
Altura máxima anual y periodo en Campello 1979-2009 (lineal)



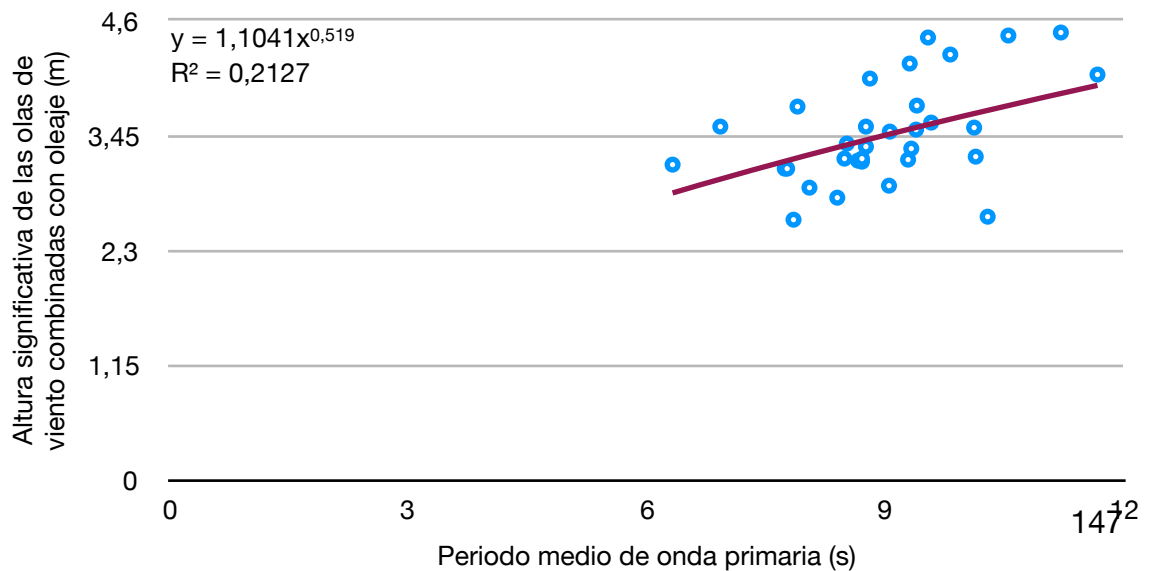
Altura máxima anual y periodo en Campello 1979-2009
(exponencial)



Altura máxima anual y periodo en Campello 1979-2009
(polinomial)

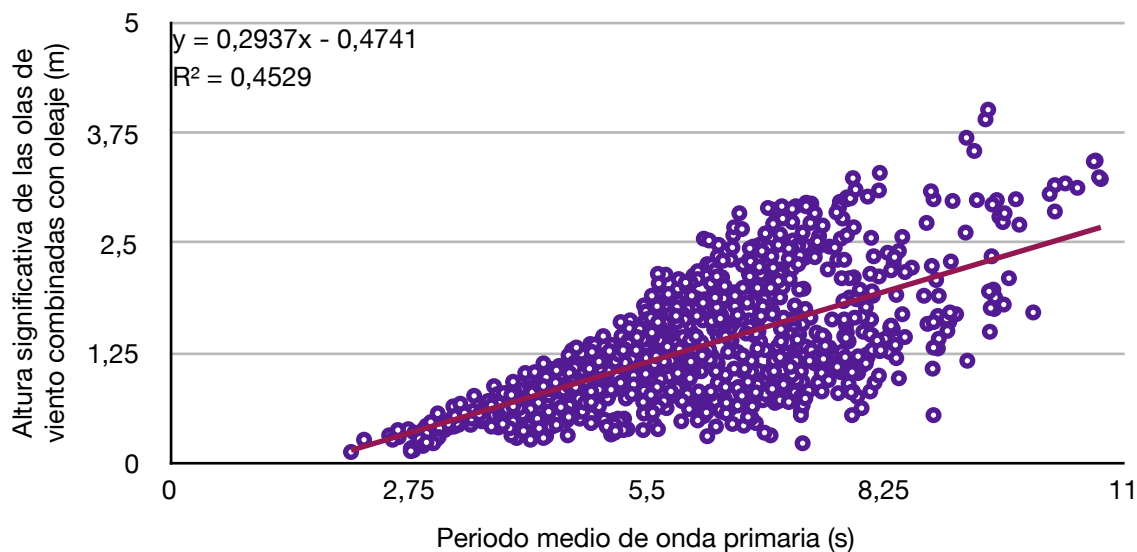


Altura máxima anual y periodo en Campello 1979-2009 (potencia)

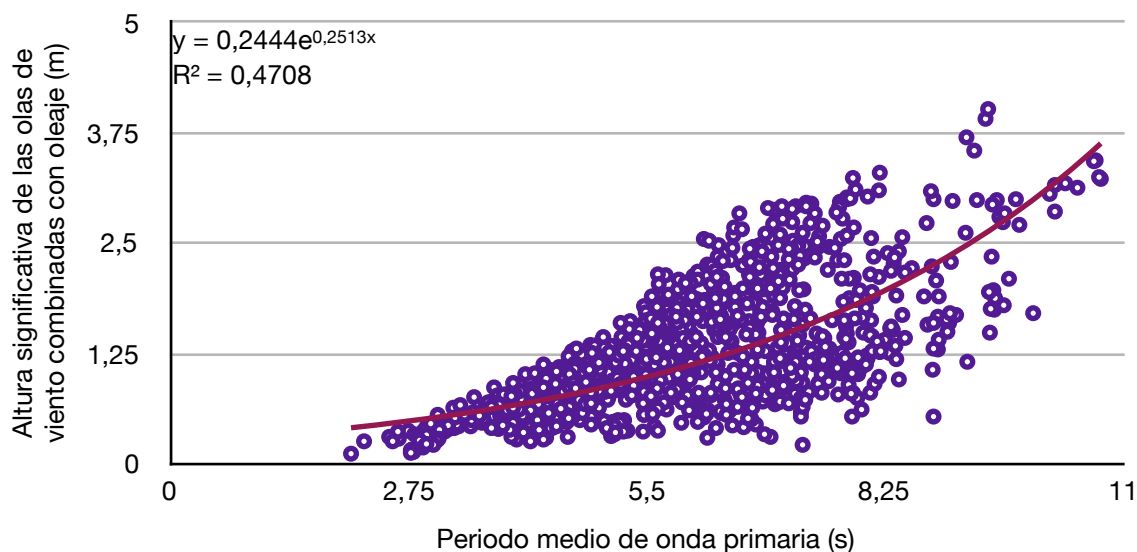


Anexo XXXI: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Ibiza:

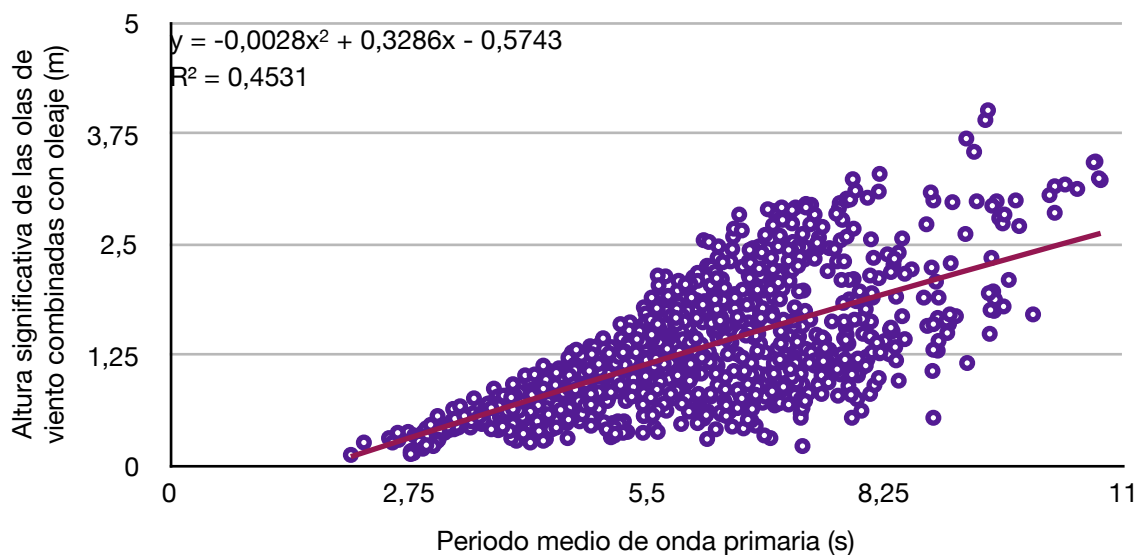
Altura y periodo en Ibiza 1979-2009 (lineal)



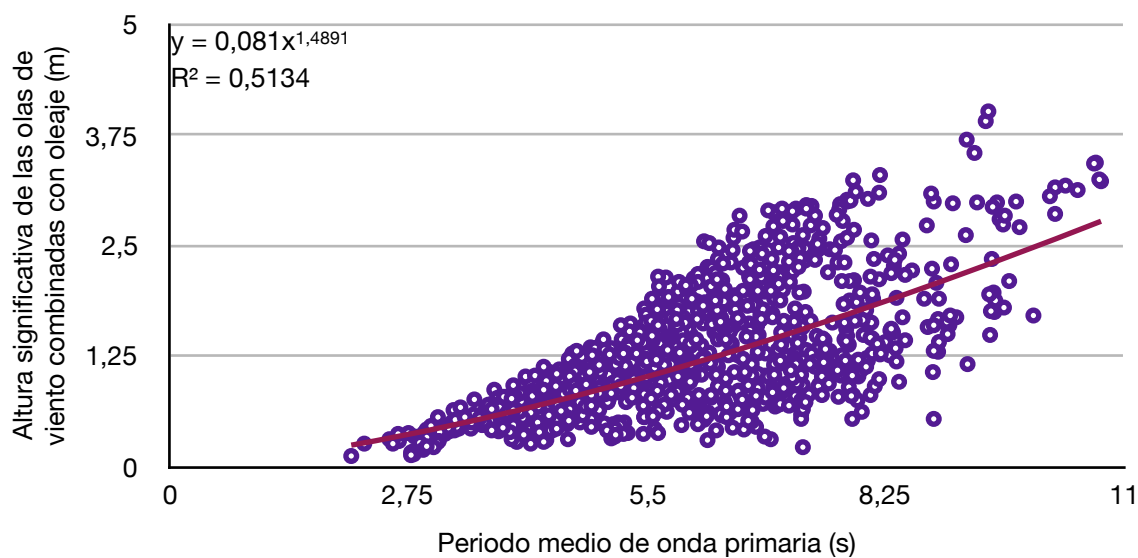
Altura y periodo en Ibiza 1979-2009 (exponencial)



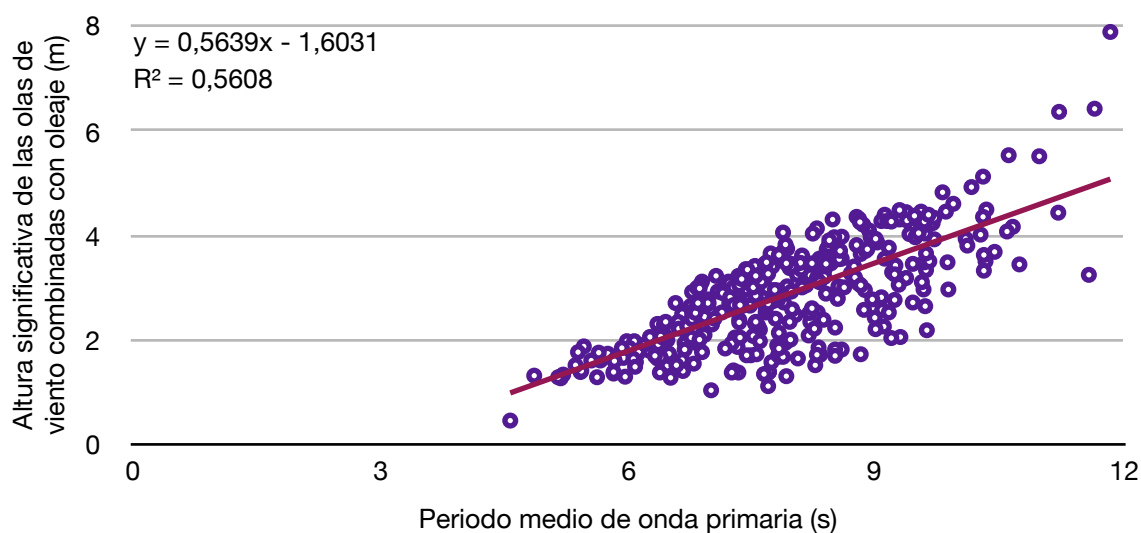
Altura y periodo en Ibiza 1979-2009 (polinomial)



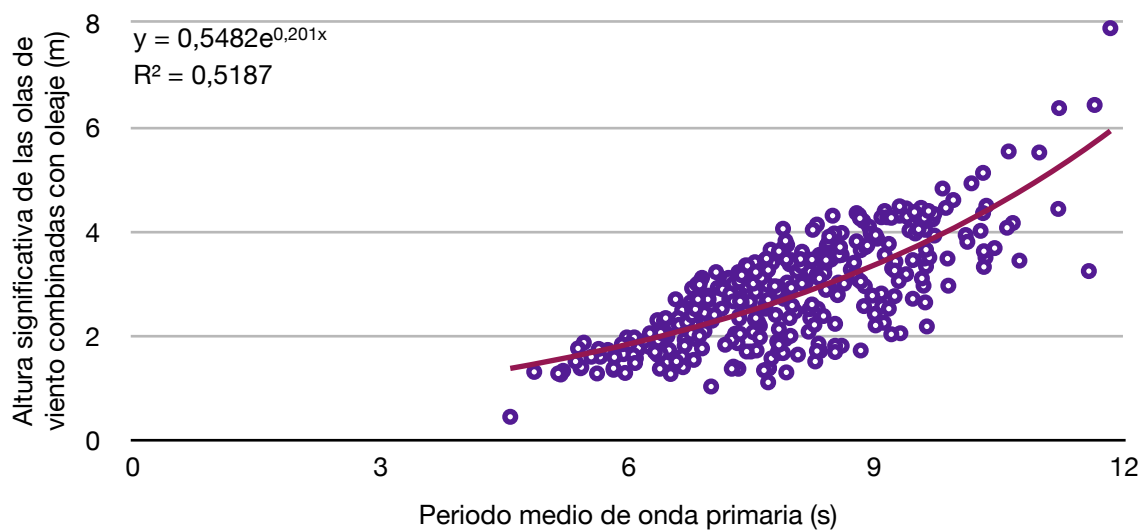
Altura y periodo en Ibiza 1979-2009 (potencia)



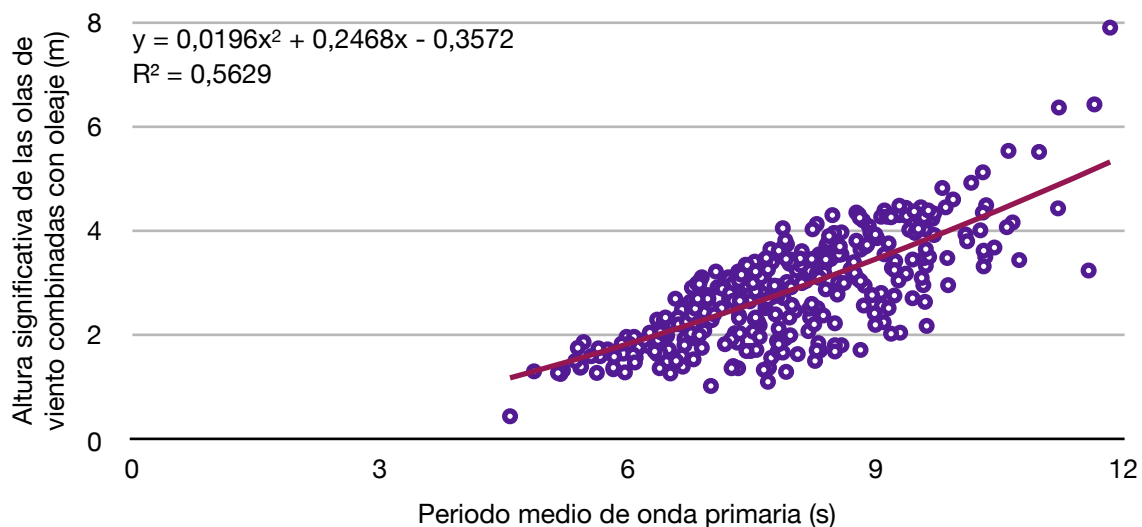
Altura máxima mensual y periodo en Ibiza 1979-2009 (lineal)



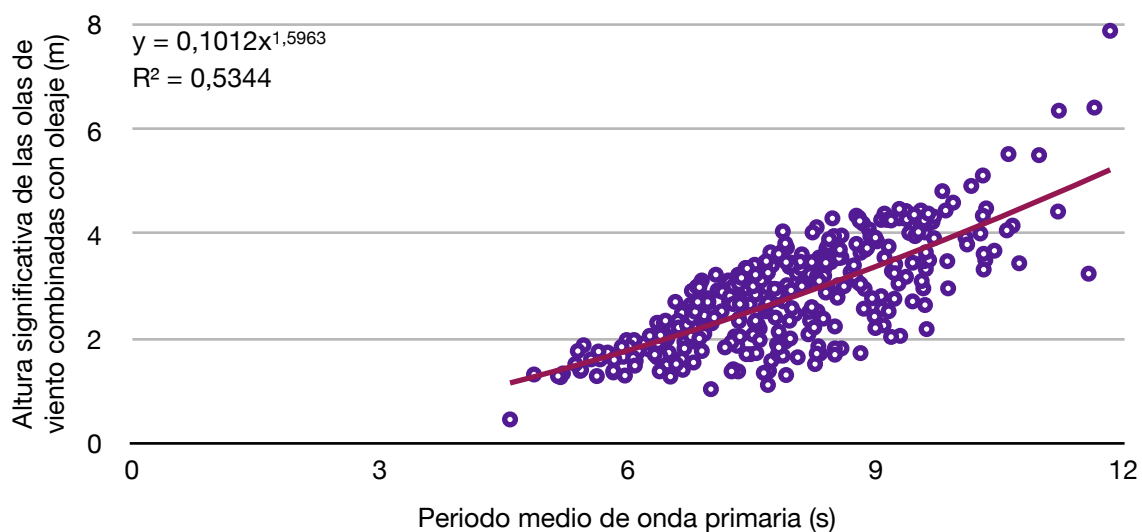
Altura máxima mensual y periodo en Ibiza 1979-2009 (exponencial)



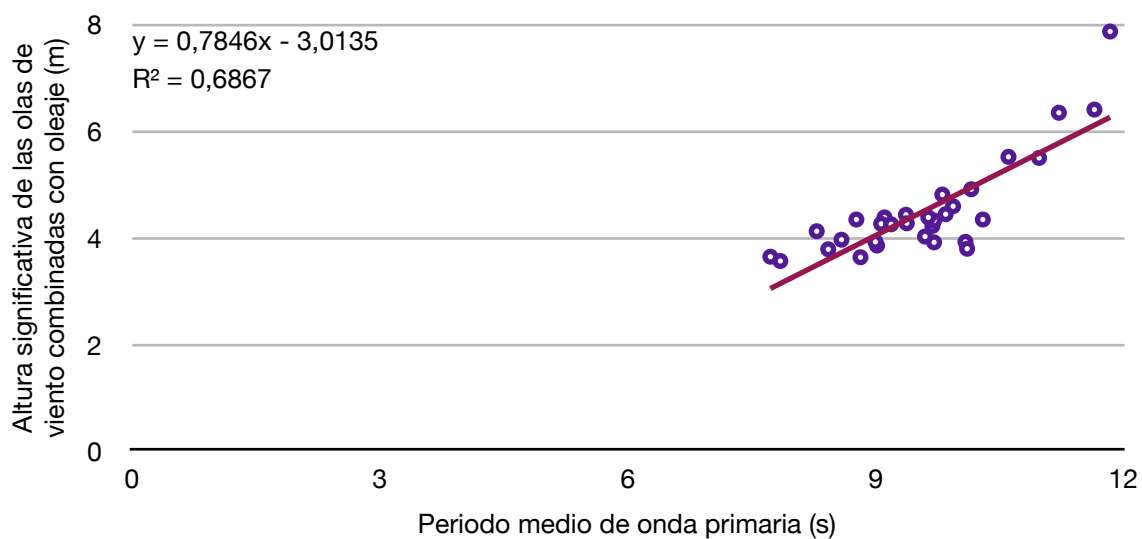
Altura máxima mensual y periodo en Ibiza 1979-2009 (polinomial)

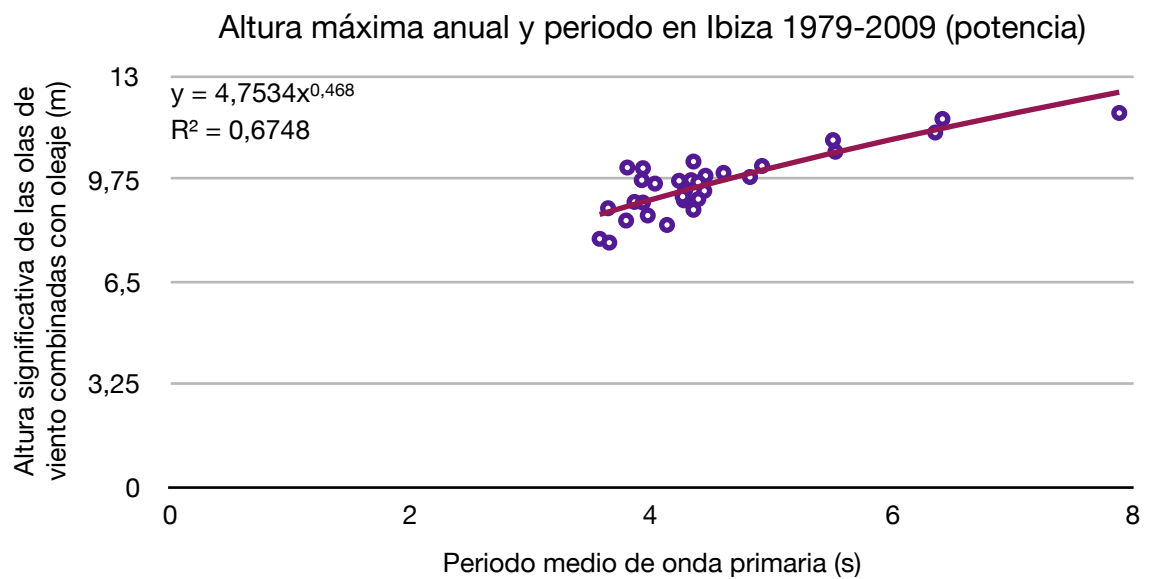
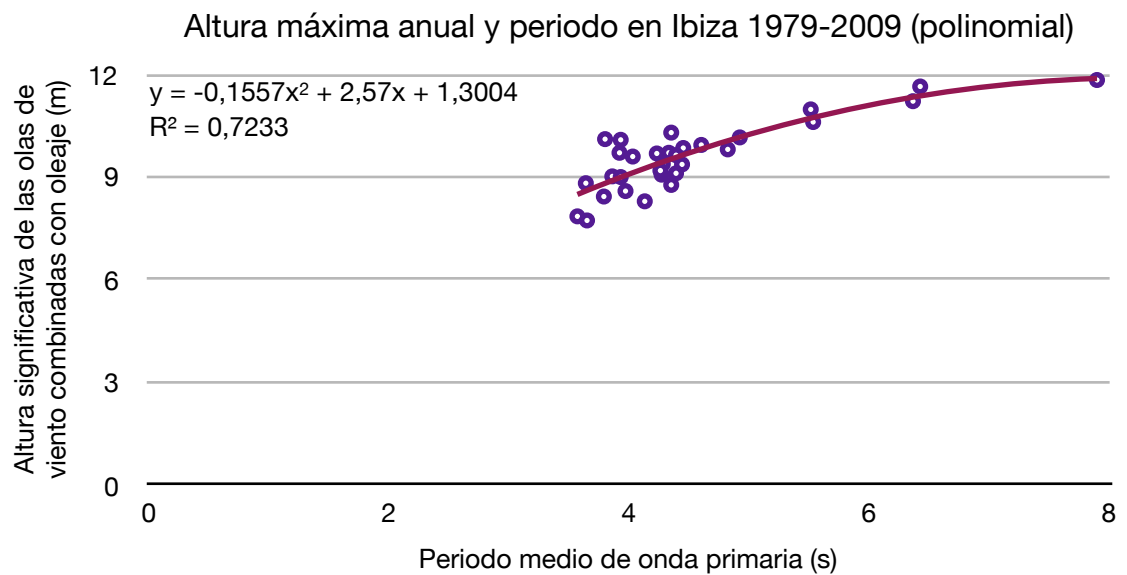
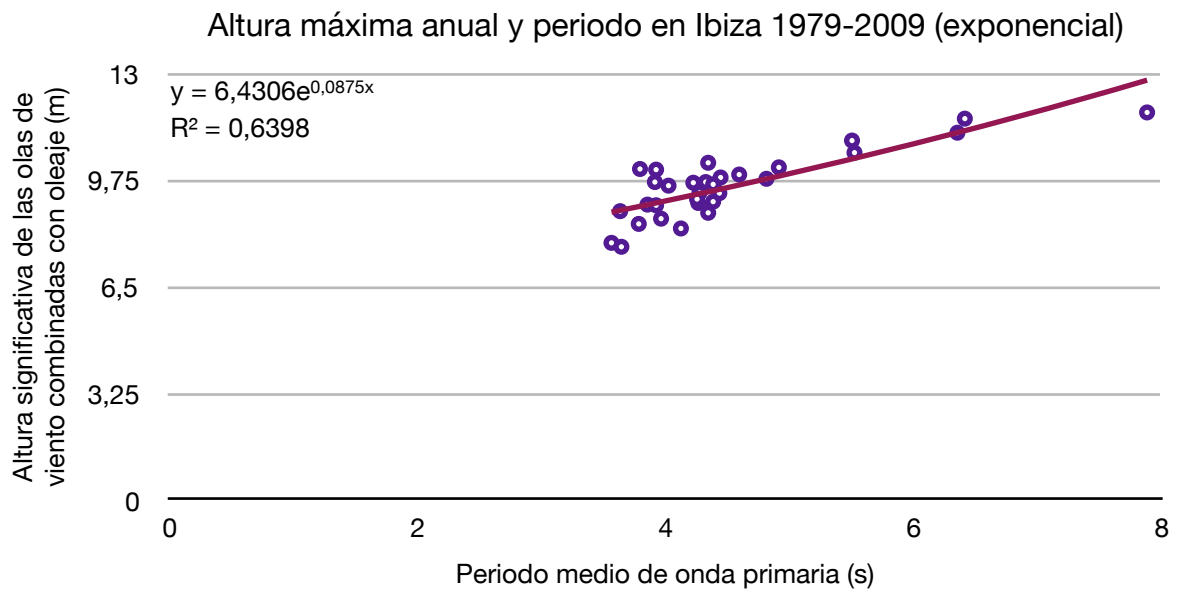


Altura máxima mensual y periodo en Ibiza 1979-2009 (potencia)

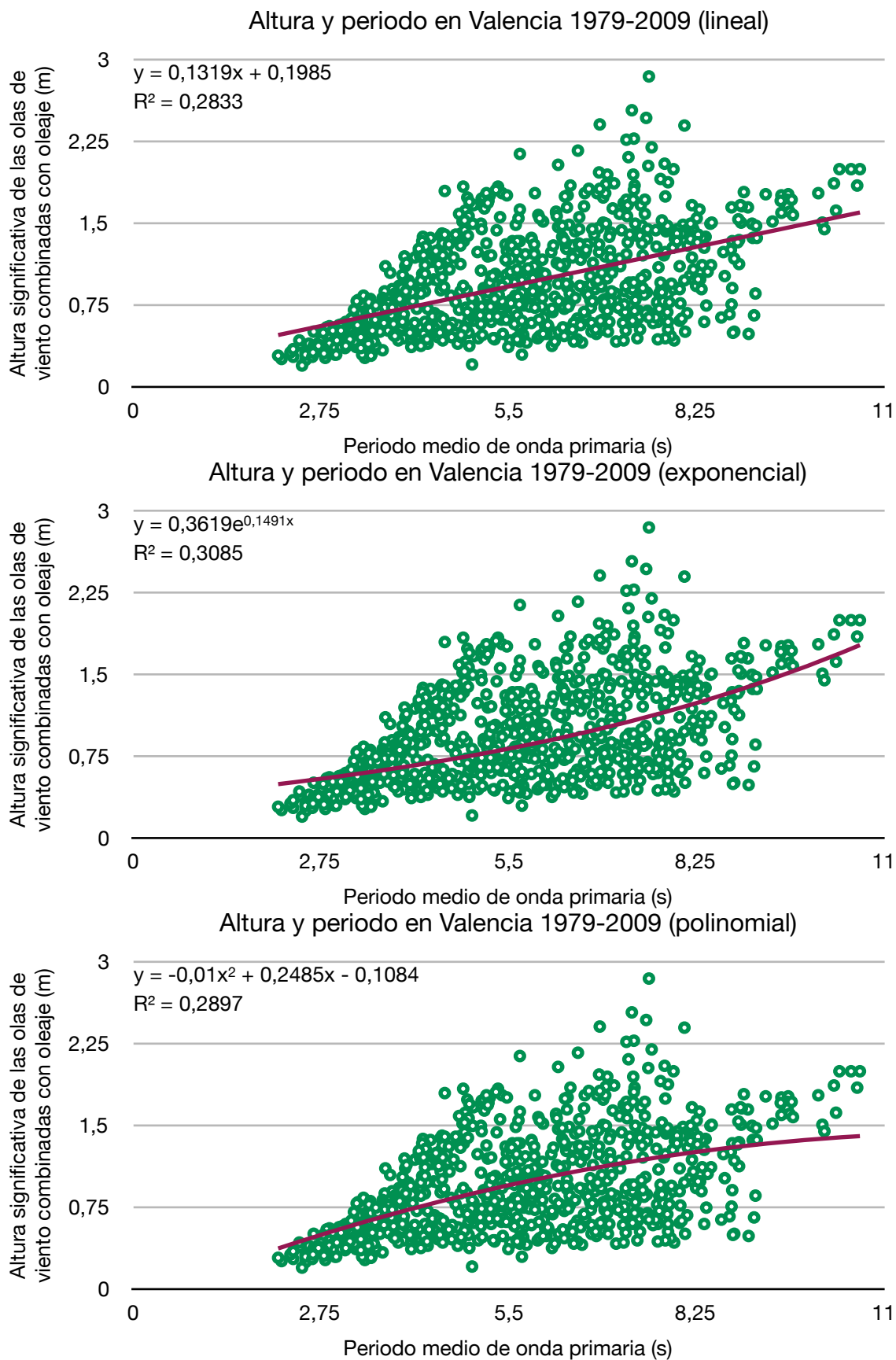


Altura máxima anual y periodo en Ibiza 1979-2009 (lineal)

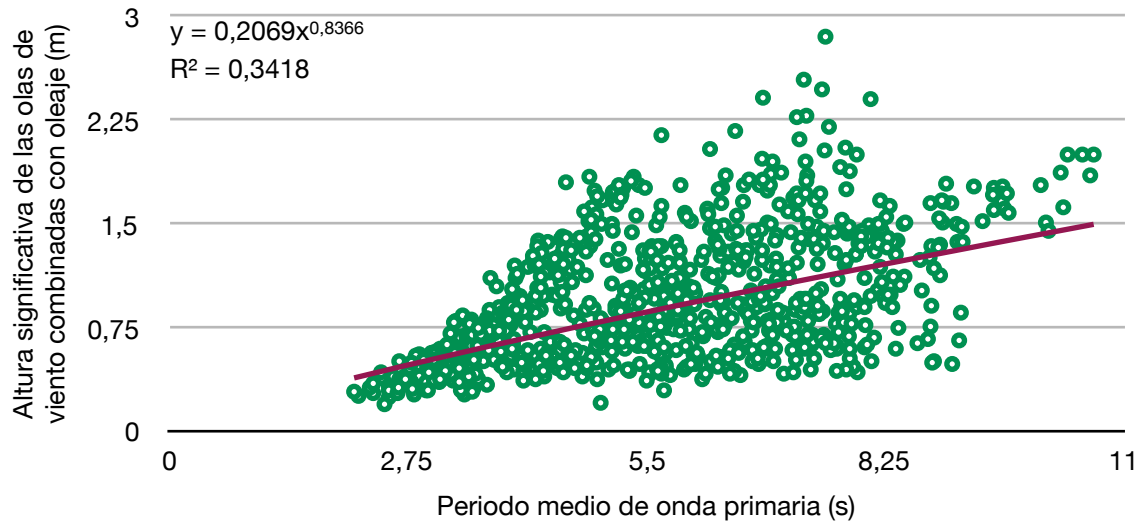




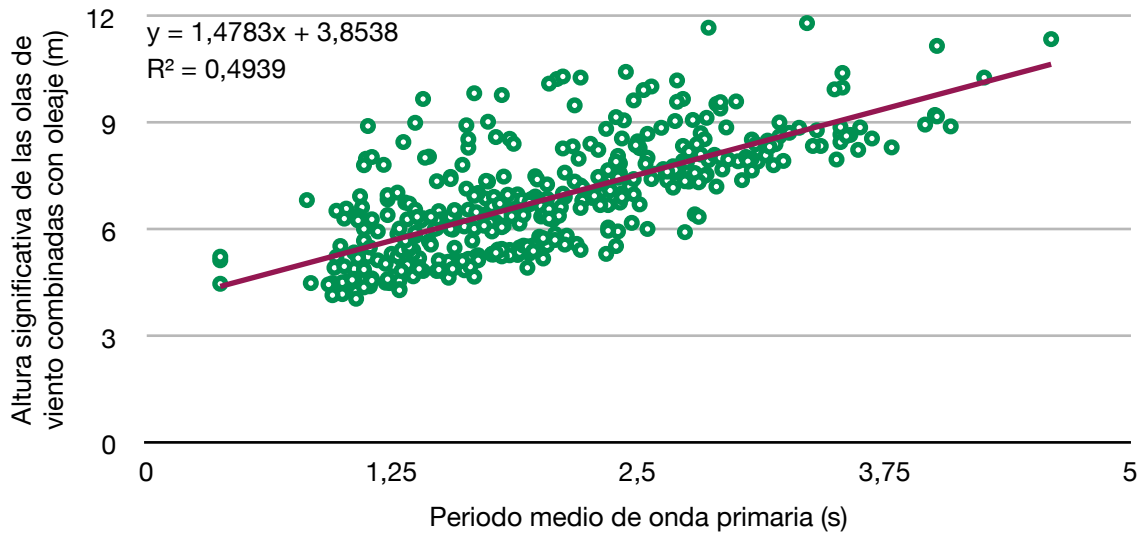
Anexo XXXII: Relación entre la altura con el periodo medio de onda primaria en Valencia:



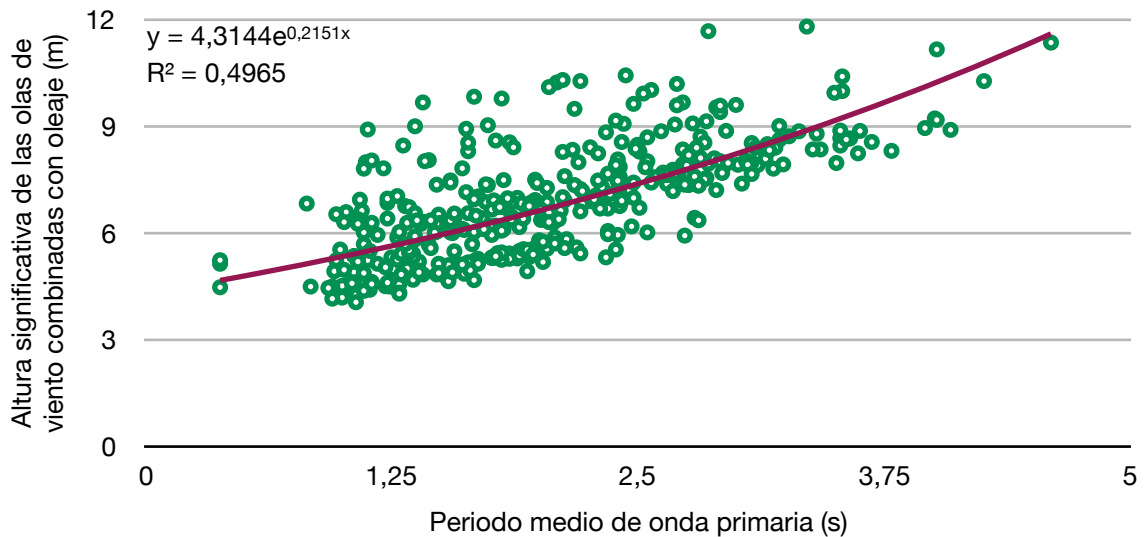
Altura y periodo en Valencia 1979-2009 (potencia)



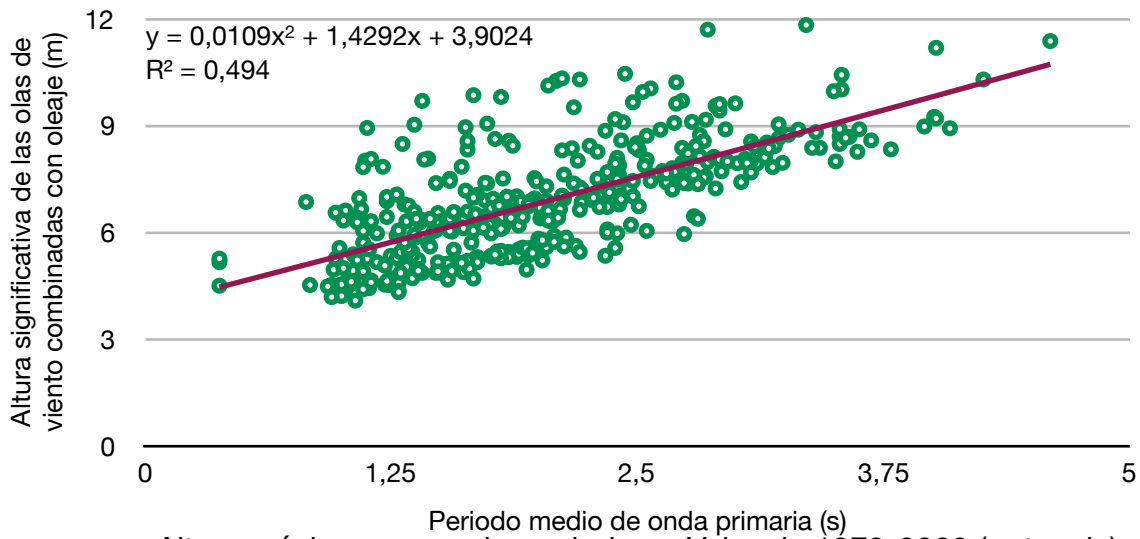
Altura máxima mensual y periodo en Valencia 1979-2009 (lineal)



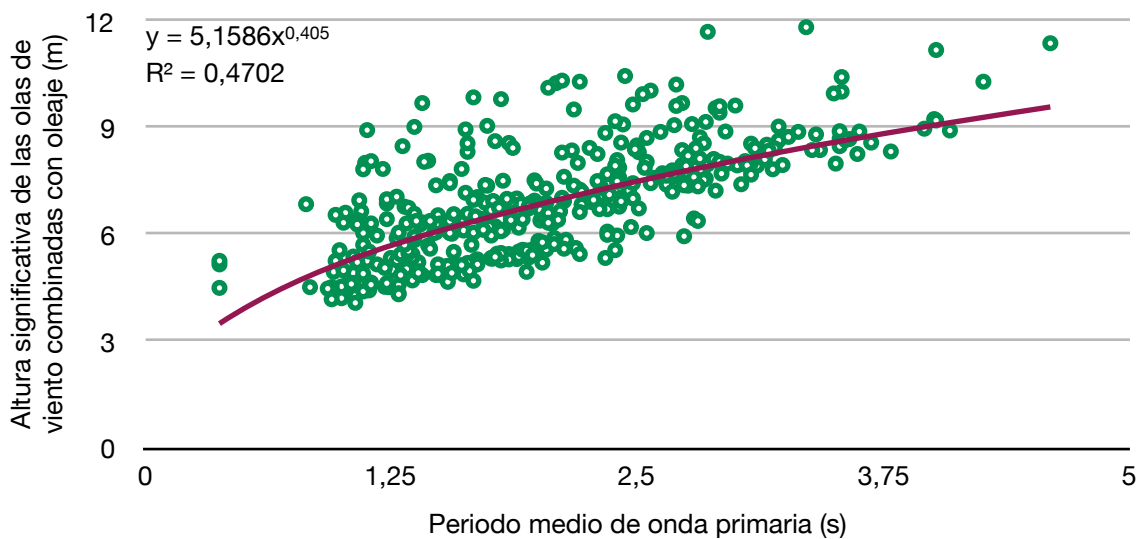
Altura máxima mensual y periodo en Valencia 1979-2009 (exponencial)



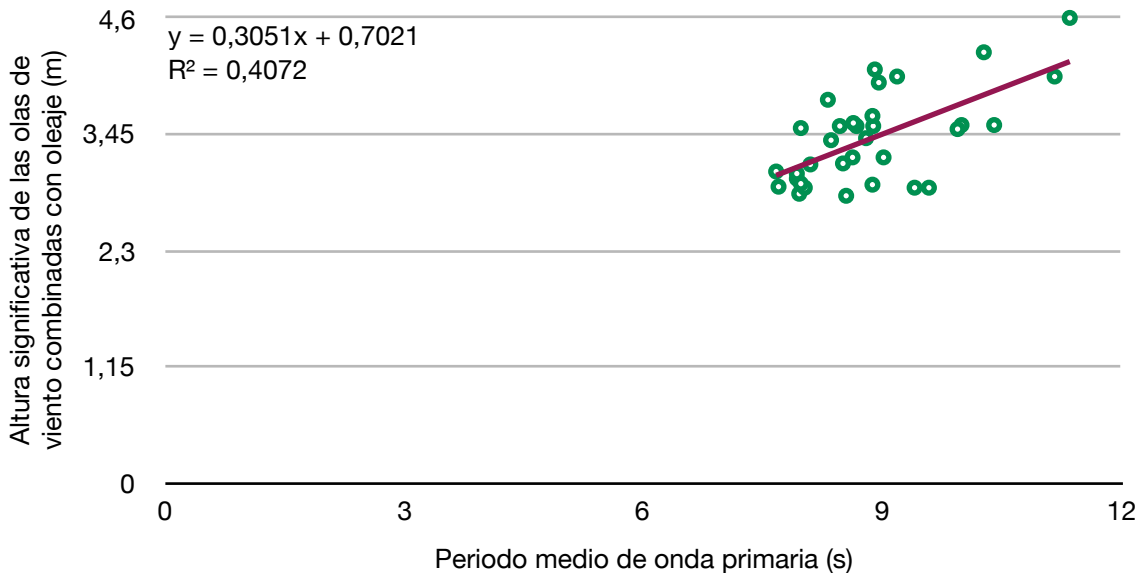
Altura máxima mensual y periodo en Valencia 1979-2009
(polinomial)



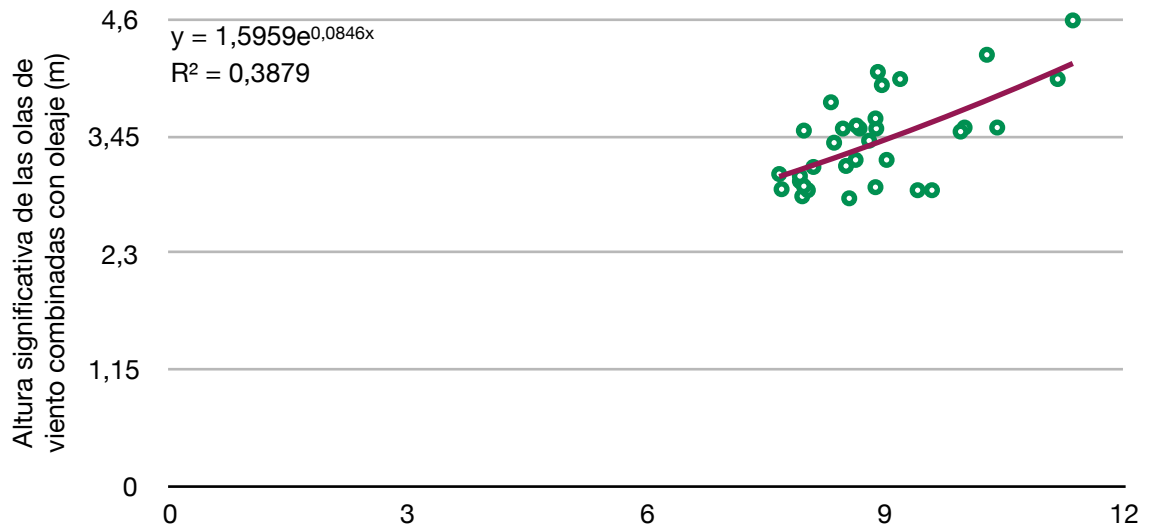
Altura máxima mensual y periodo en Valencia 1979-2009 (potencia)



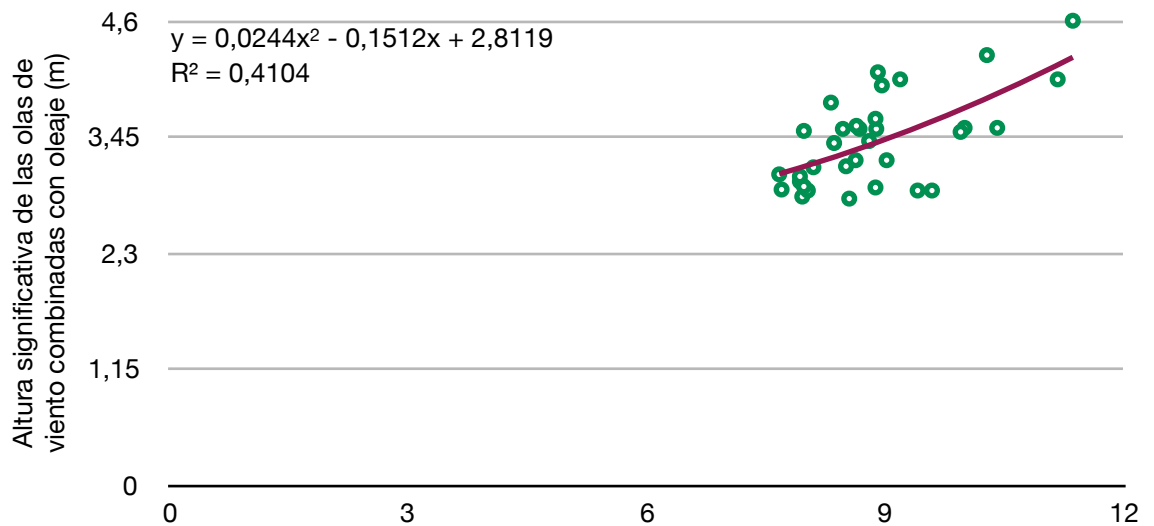
Altura máxima anual y periodo en Valencia 1979-2009 (lineal)



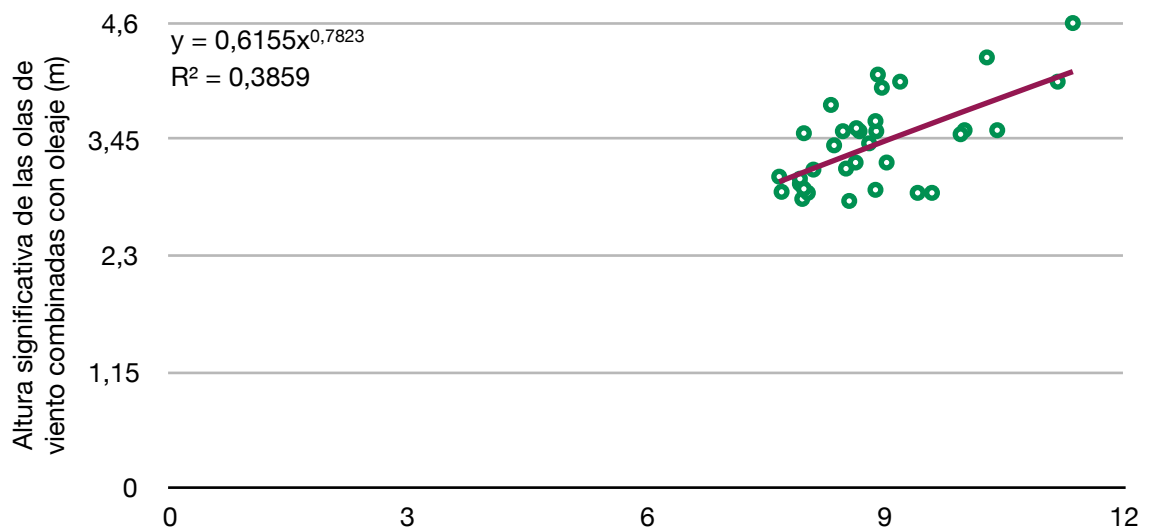
Altura máxima anual y periodo en Valencia 1979-2009
(exponencial)



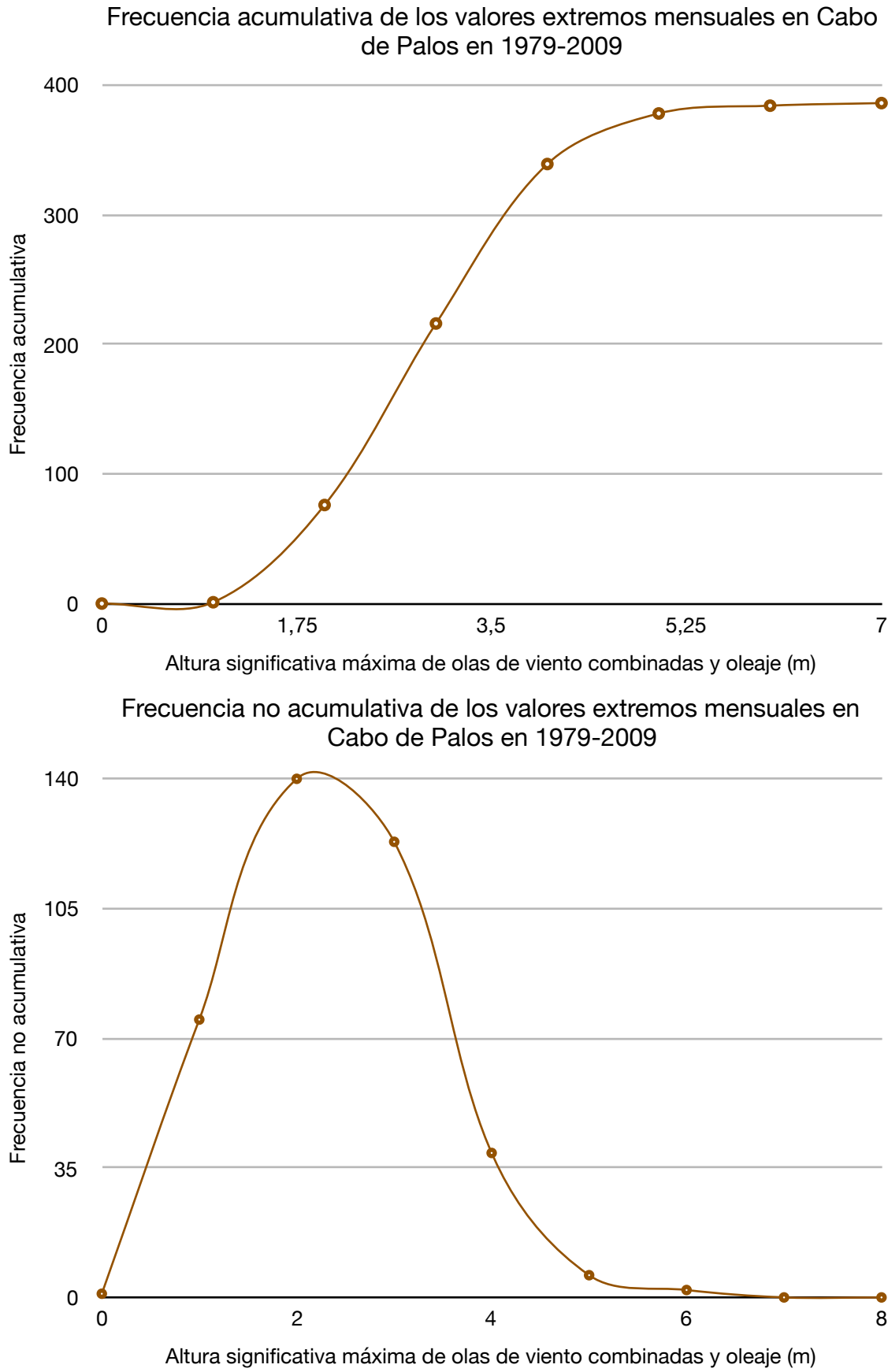
Altura máxima anual y periodo en Valencia 1979-2009 (polinomial)

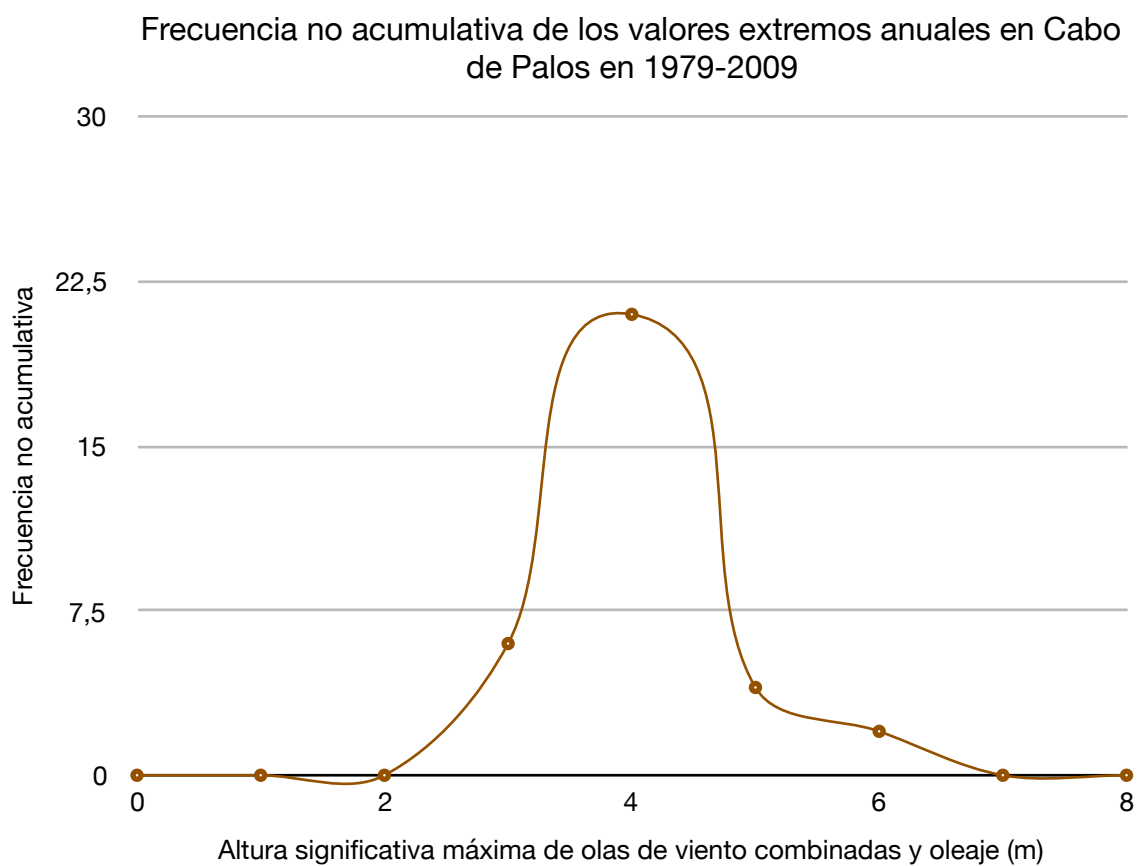
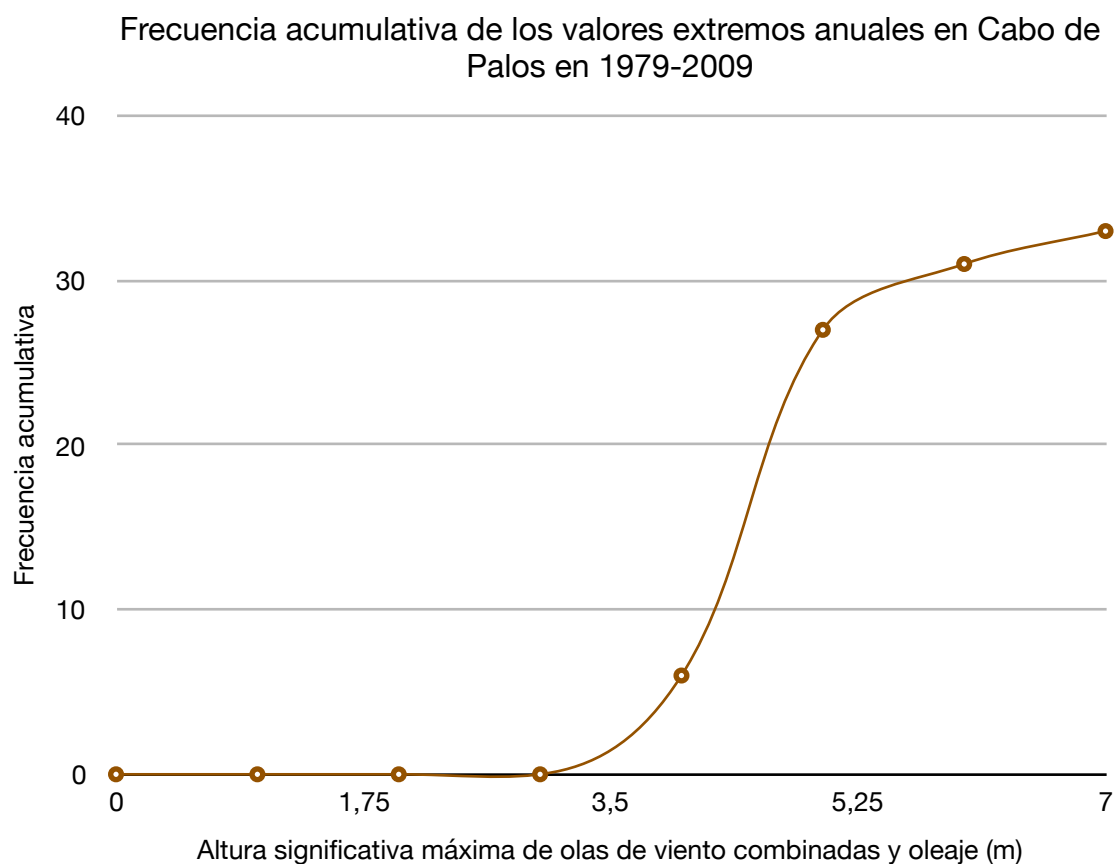


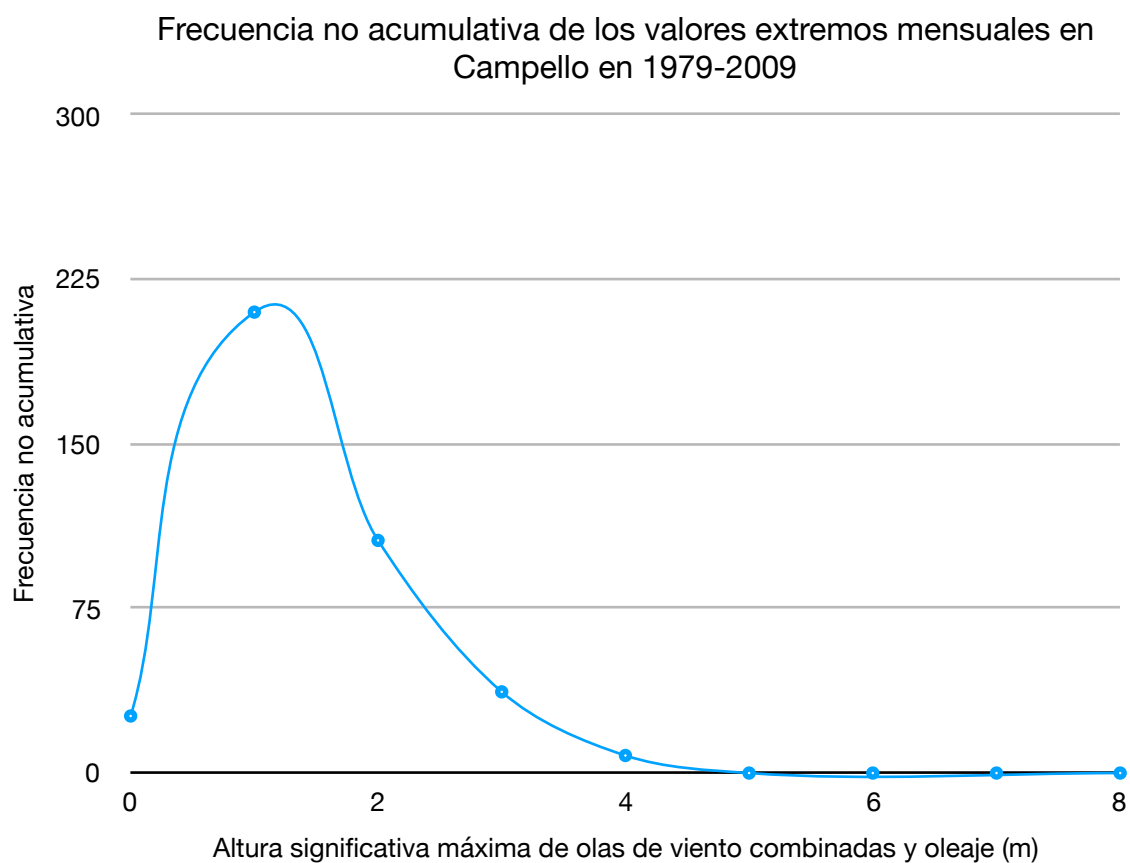
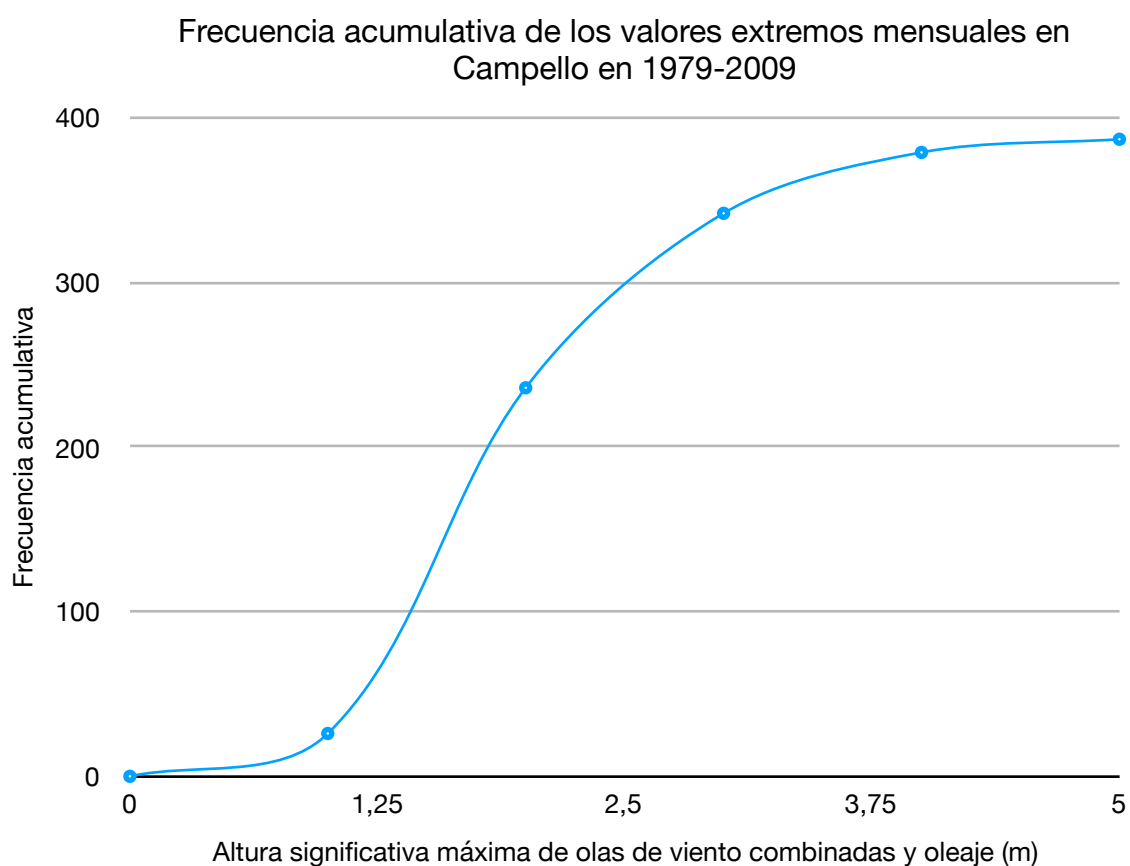
Altura máxima anual y periodo en Valencia 1979-2009 (potencia)

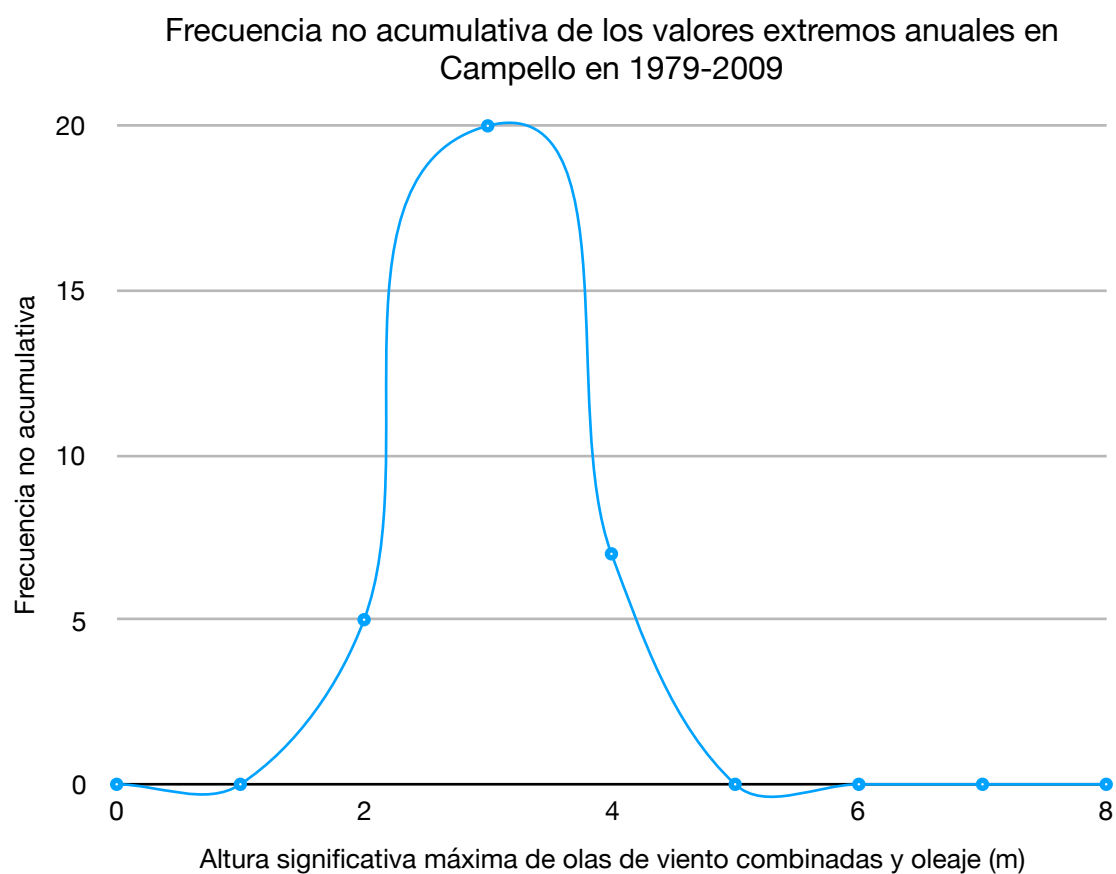
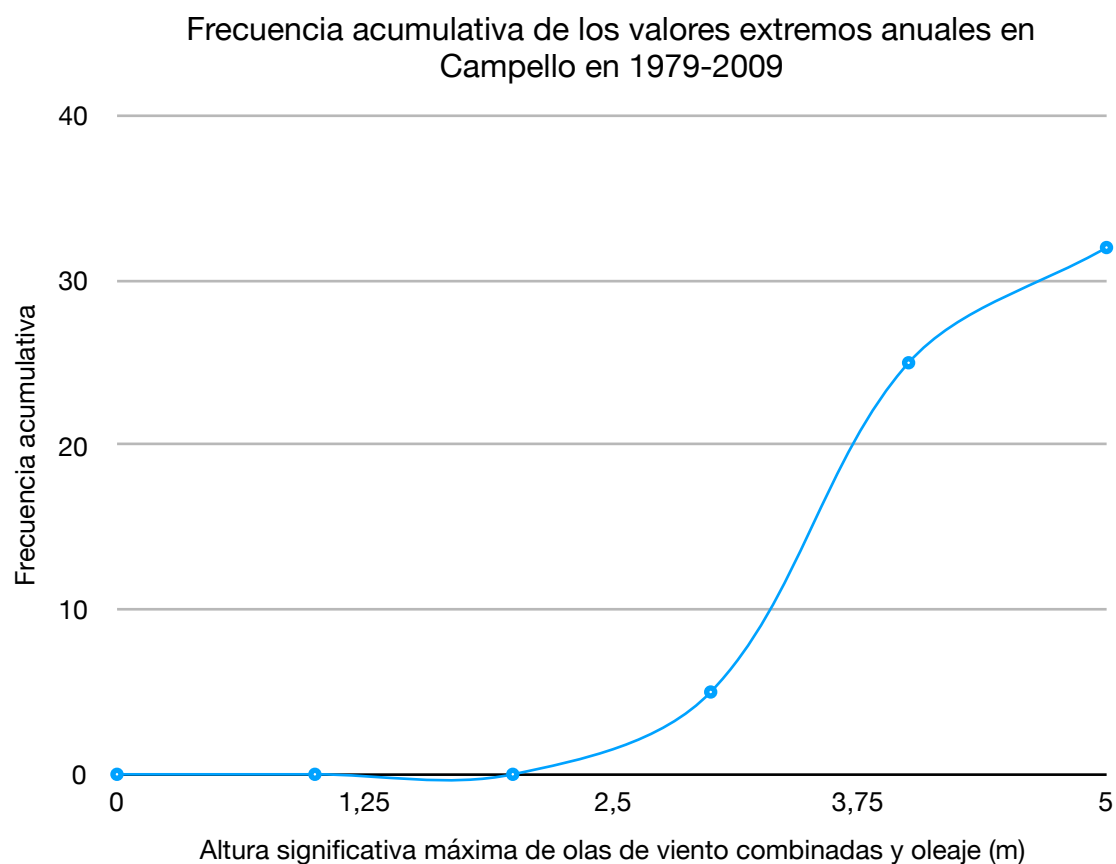


Anexo XXXIII: Método de máximos a partir de la distribución de Gumbel en Cabo de Palos:

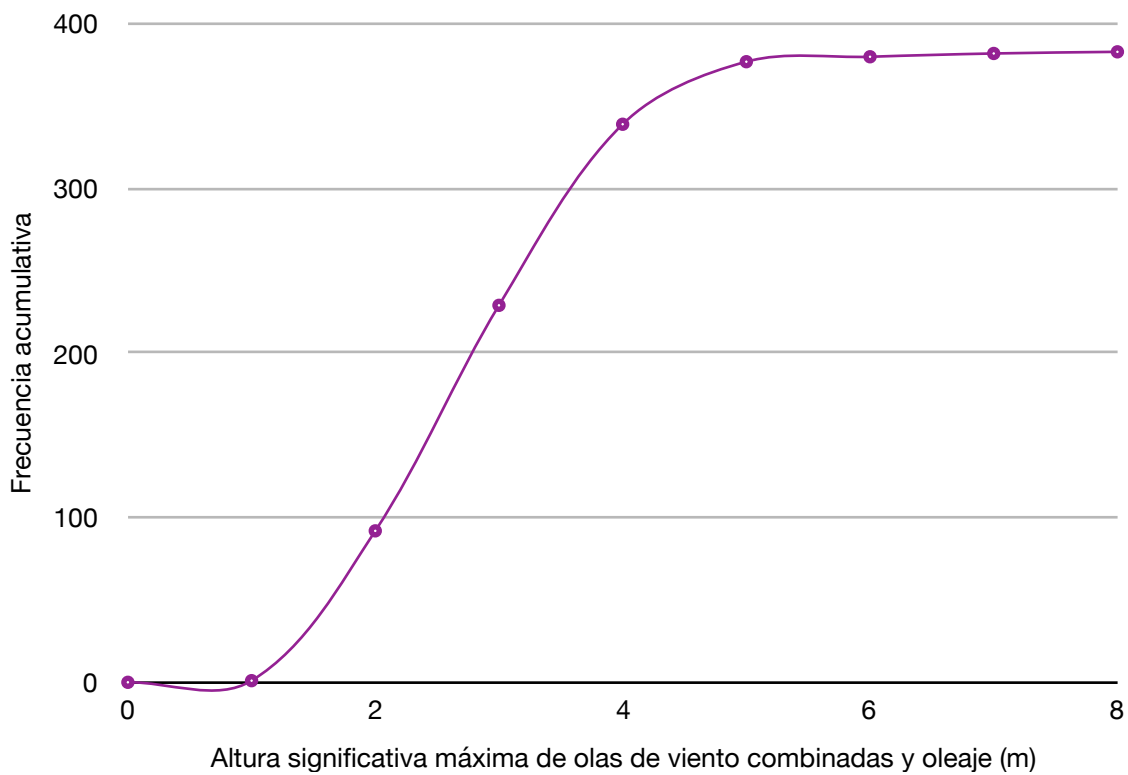




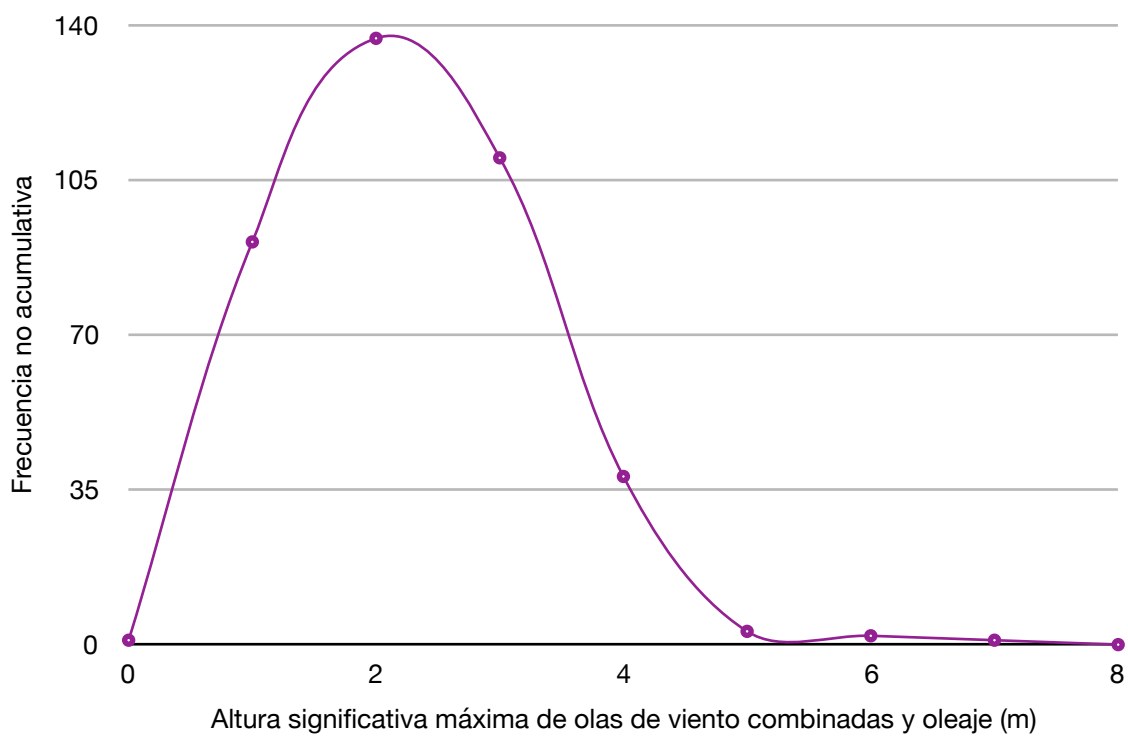




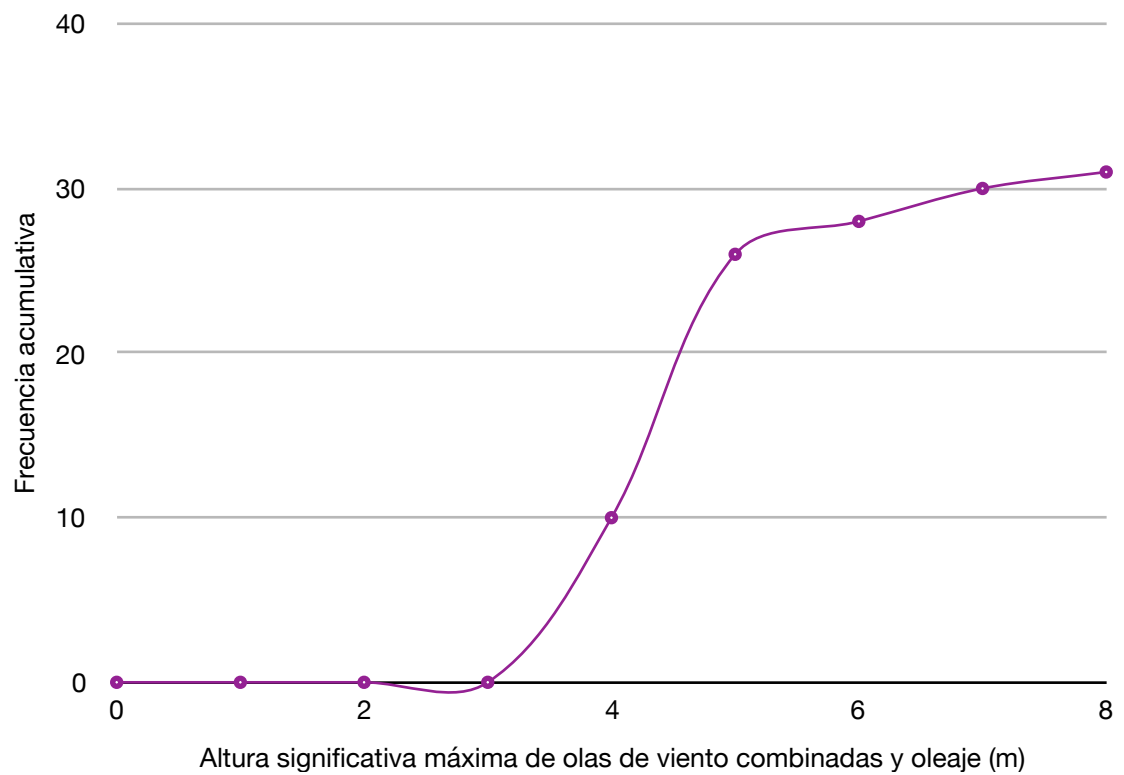
Frecuencia acumulativa de los valores extremos mensuales en Ibiza en 1979-2009



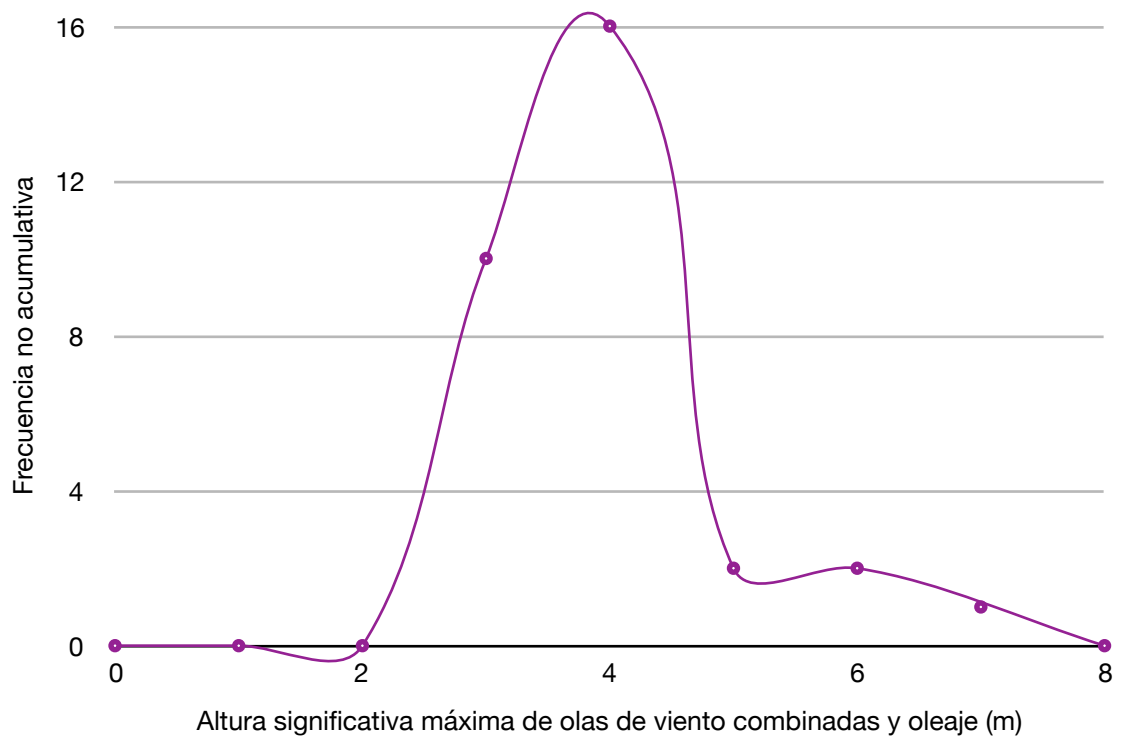
Frecuencia no acumulativa de los valores extremos mensuales en Ibiza en 1979-2009

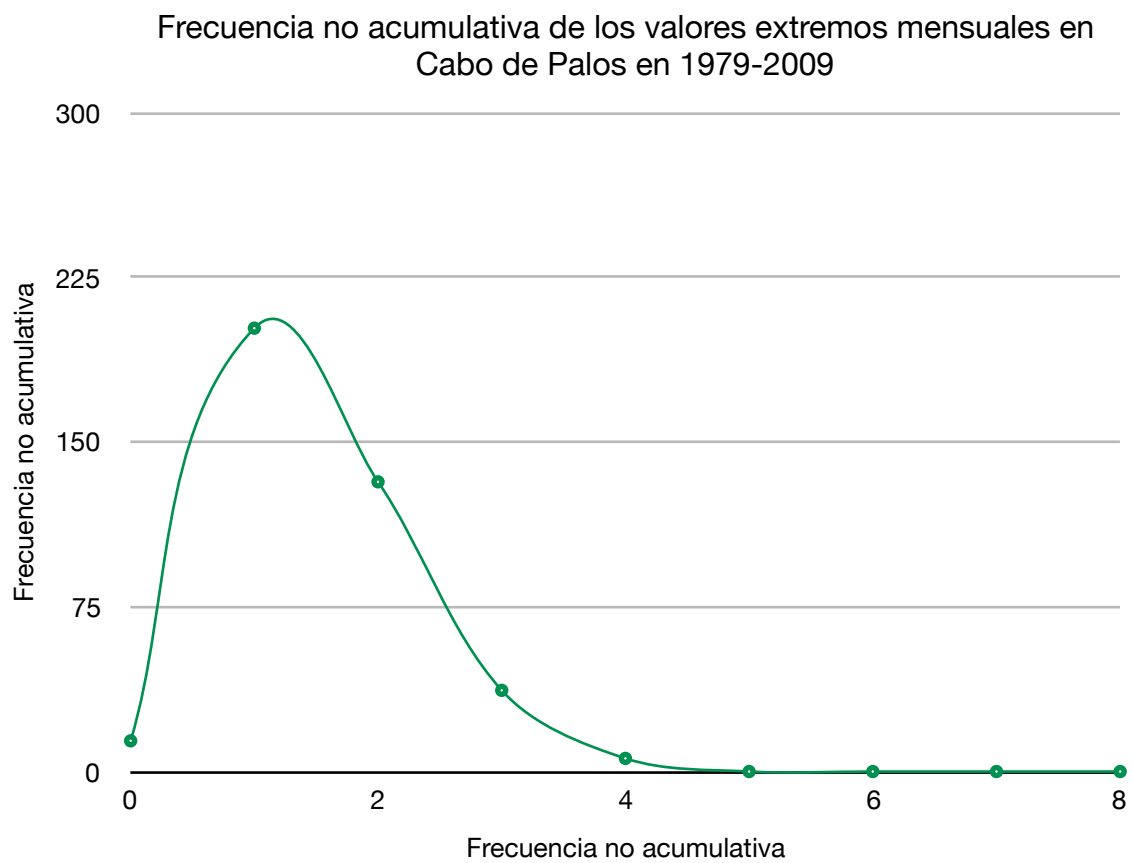
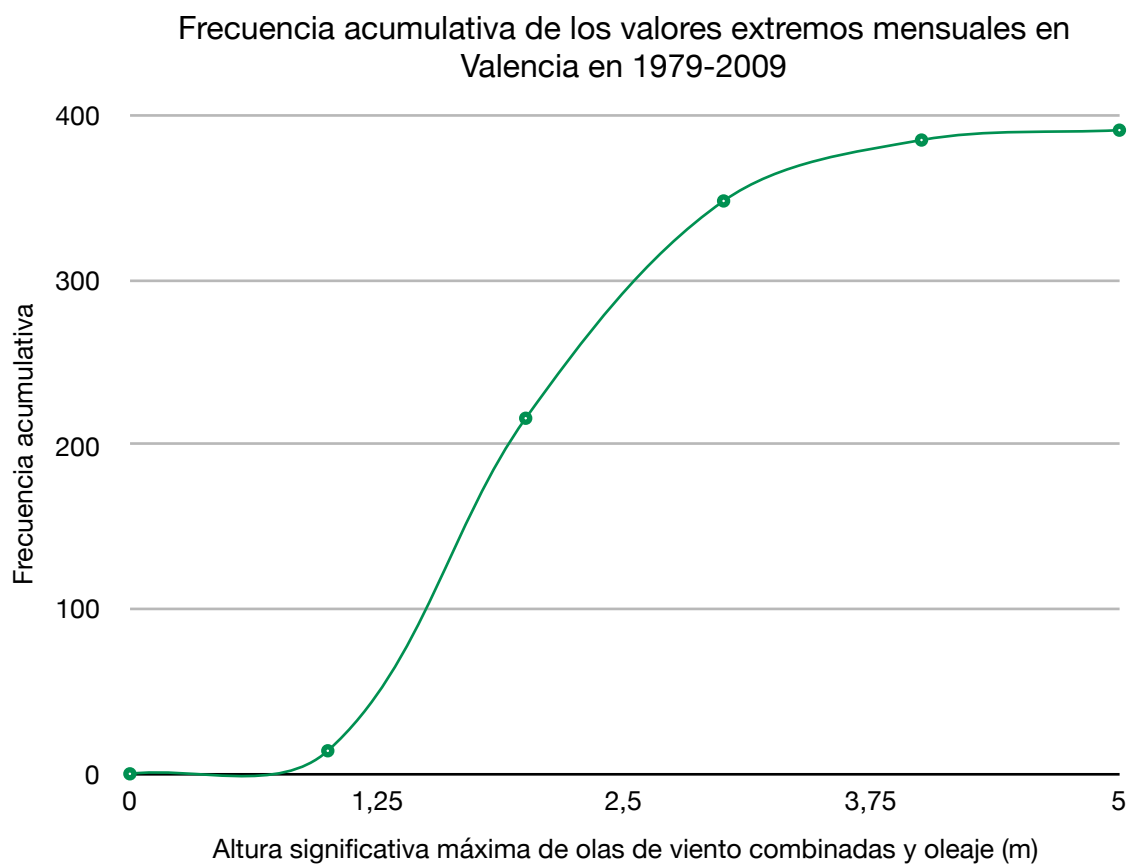


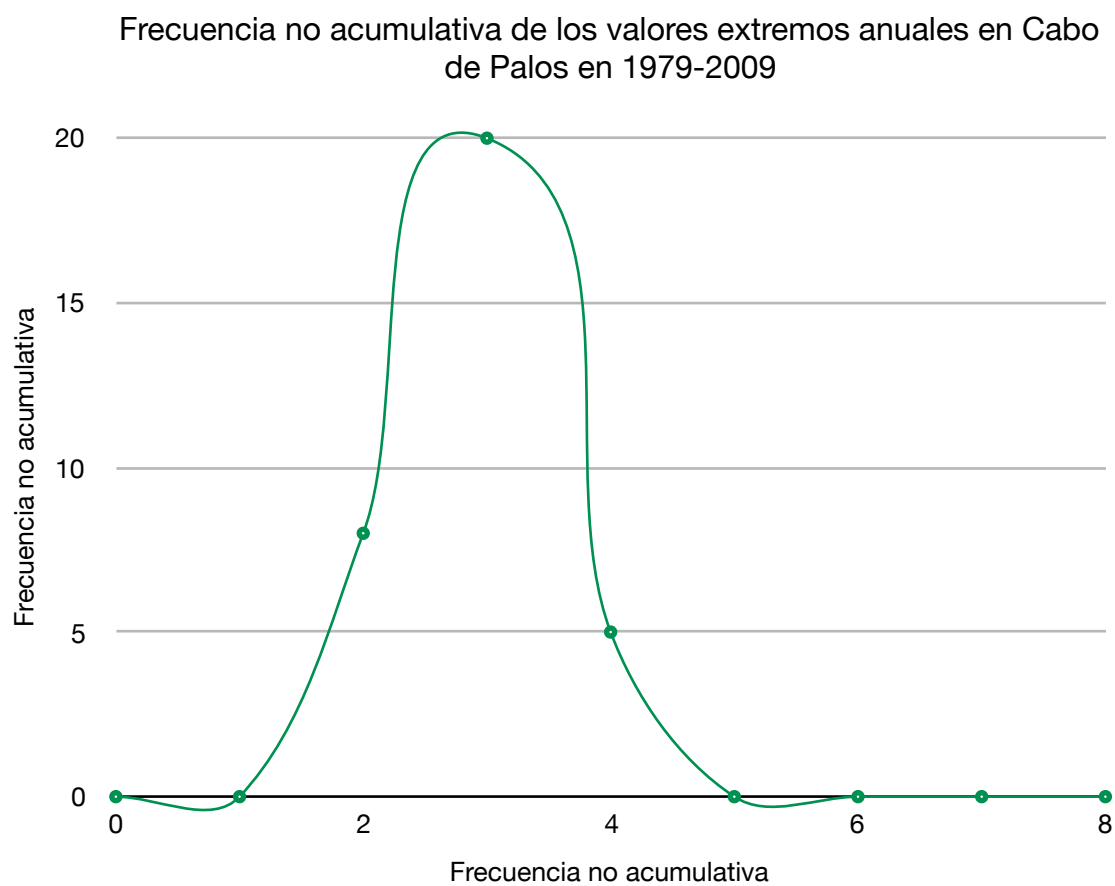
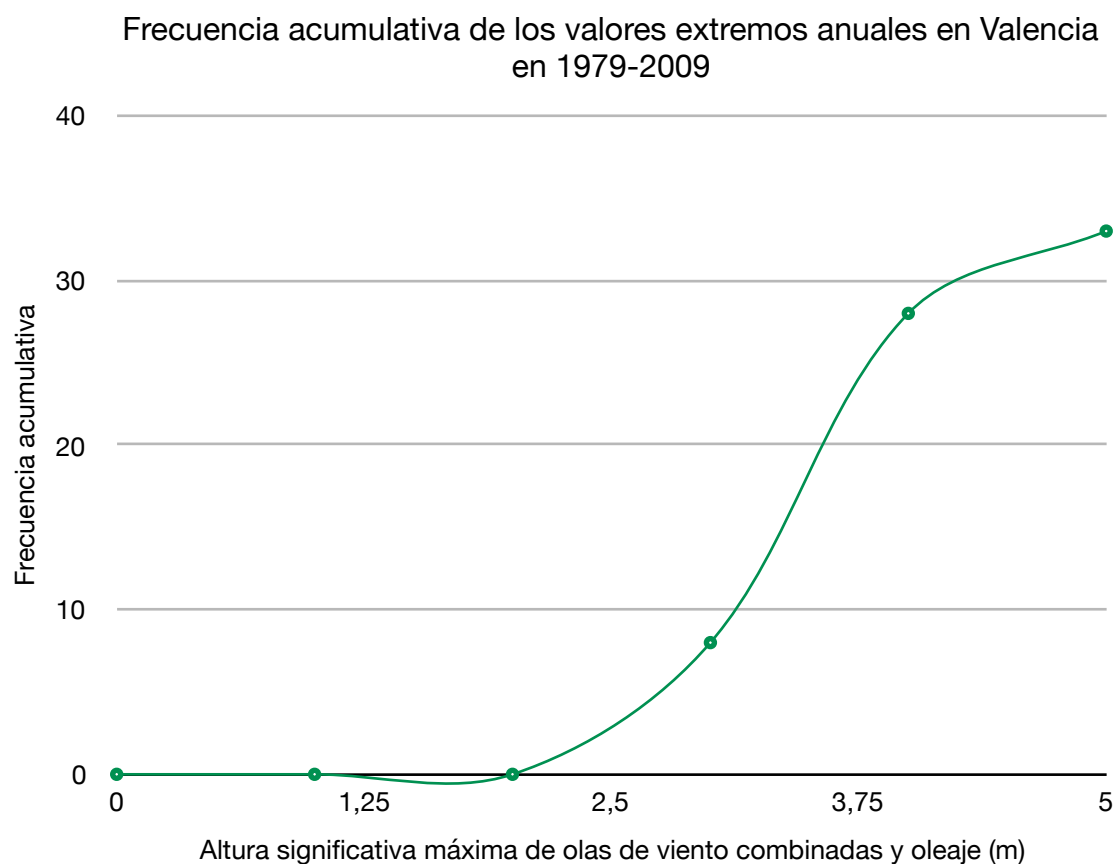
Frecuencia acumulativa de los valores extremos anuales en Ibiza en 1979-2009



Frecuencia no acumulativa de los valores extremos anuales en Ibiza en 1979-2009







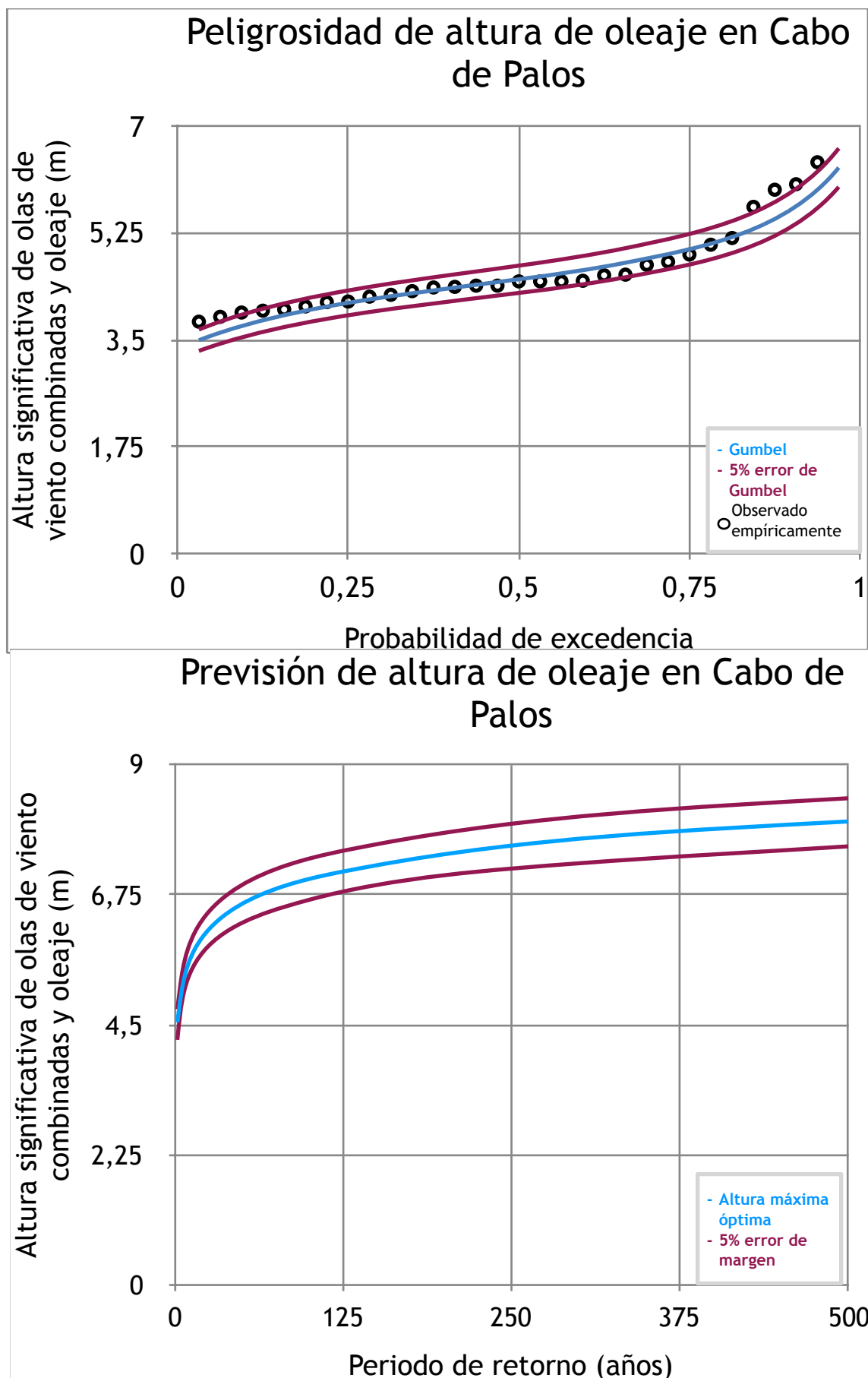
Anexo XXXIV: Datos de máximos anuales para el análisis de Gumbel:

Año	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
1979	4,46	3,19	4,92	3,22
1980	6,05	4,26	7,89	4,02
1981	4,73	3,51	4,23	3,53
1982	4,57	4,17	3,57	4,02
1983	4,00	3,22	3,92	2,93
1984	4,37	3,24	3,93	3,60
1985	3,88	2,95	4,82	2,92
1986	4,36	3,53	4,44	4,09
1987	4,24	3,20	4,13	2,84
1988	4,30	2,83	3,64	3,01
1989	4,46	3,49	3,97	2,86
1990	3,98	3,12	4,33	3,53
1991	3,72	3,34	4,03	3,96
1992	3,95	3,32	4,39	3,16
1993	4,05	2,61	3,65	2,92
1994	3,80	3,21	3,86	3,22
1995	4,39	2,64	4,27	2,96
1996	4,21	3,54	4,35	3,41
1997	5,96	4,48	6,42	4,60
1998	4,56	3,58	3,80	2,95
1999	4,39	2,93	4,60	3,15
2000	4,12	3,37	3,79	3,06
2001	6,41	4,45	6,36	4,26
2002	4,13	3,22	3,93	3,79
2003	5,68	4,43	4,45	3,54
2004	5,06	3,54	4,28	3,51
2005	4,47	3,74	4,39	3,63
2006	4,78	3,75	5,51	3,54
2007	4,46	3,16	4,35	3,08

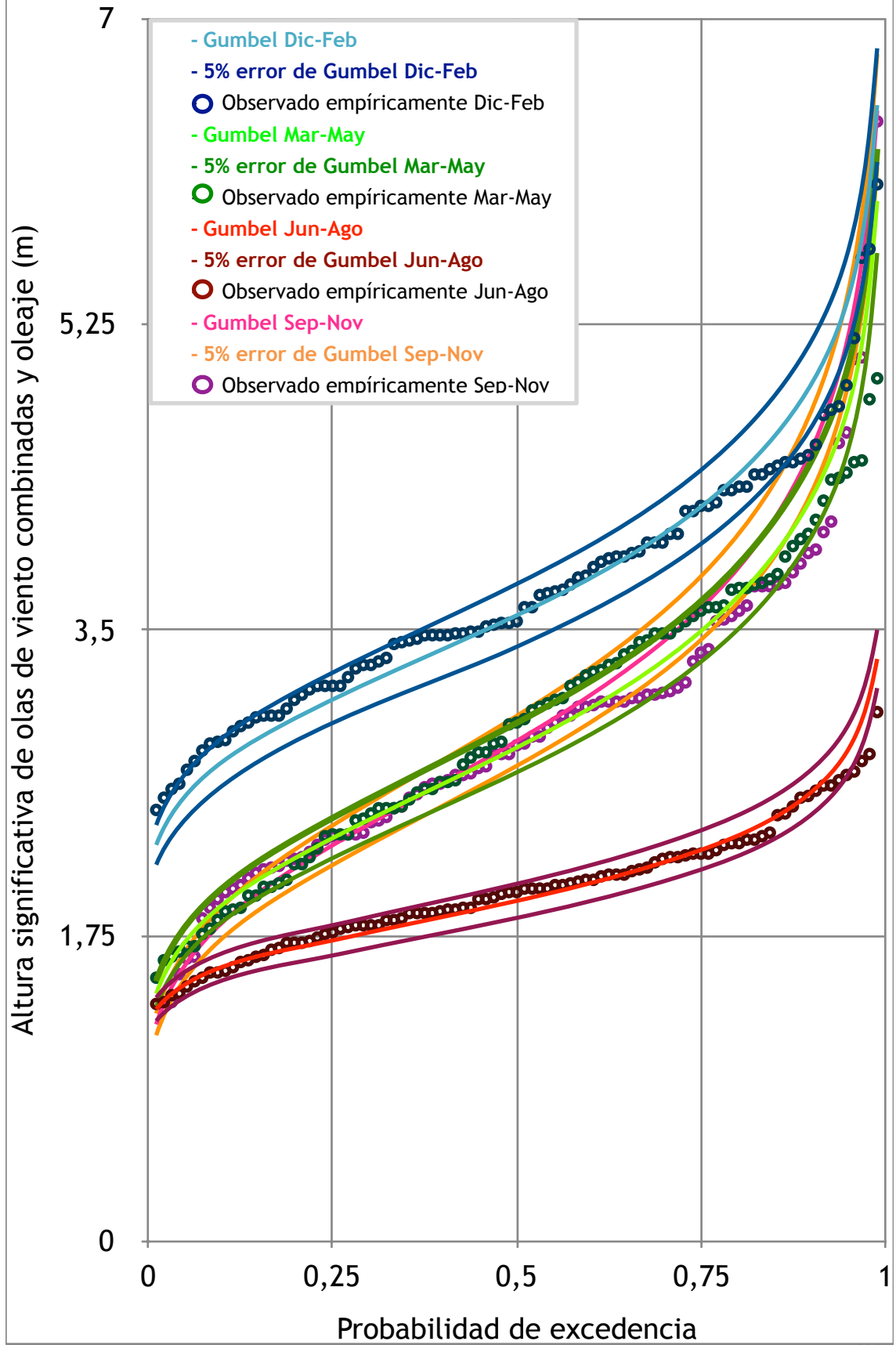
Nºdatos	yn	Sn	Nºdatos	yn	Sn	Nºdatos	yn	Sn
1	0,36651	0,00000	35	0,54034	1,12847	69	0,55453	1,18440
2	0,40434	0,49838	36	0,54105	1,13126	70	0,55477	1,18535
3	0,42859	0,64348	37	0,54174	1,13394	71	0,55500	1,18629
4	0,44580	0,73147	38	0,54239	1,13650	72	0,55523	1,18720
5	0,45879	0,79278	39	0,54302	1,13896	73	0,55546	1,18809
6	0,46903	0,83877	40	0,54362	1,14131	74	0,55567	1,18896
7	0,47735	0,87493	41	0,54420	1,14358	75	0,55589	1,18982
8	0,48428	0,90432	42	0,54475	1,14576	76	0,55610	1,19065
9	0,49015	0,92882	43	0,54529	1,14787	77	0,55630	1,19147
10	0,49521	0,94963	44	0,54580	1,14989	78	0,55650	1,19227
11	0,49961	0,96758	45	0,54630	1,15184	79	0,55669	1,19306
12	0,50350	0,98327	46	0,54678	1,15373	80	0,55689	1,19382
13	0,50695	0,99713	47	0,54724	1,15555	81	0,55707	1,19458
14	0,51004	1,00948	48	0,54769	1,15731	82	0,55726	1,19531
15	0,51284	1,02057	49	0,54812	1,15901	83	0,55744	1,19604
16	0,51537	1,03060	50	0,54854	1,16066	84	0,55761	1,19675
17	0,51768	1,03973	51	0,54895	1,16226	85	0,55779	1,19744
18	0,51980	1,04808	52	0,54934	1,16380	86	0,55796	1,19813
19	0,52175	1,05575	53	0,54972	1,16530	87	0,55812	1,19880
20	0,52355	1,06282	54	0,55009	1,16676	88	0,55828	1,19945
21	0,52522	1,06938	55	0,55044	1,16817	89	0,55844	1,20010
22	0,52678	1,07547	56	0,55079	1,16955	90	0,55860	1,20073
23	0,52823	1,08115	57	0,55113	1,17088	91	0,55876	1,20135
24	0,52959	1,08646	58	0,55146	1,17218	92	0,55891	1,20196
25	0,53086	1,09145	59	0,55177	1,17344	93	0,55905	1,20256
26	0,53206	1,09613	60	0,55208	1,17467	94	0,55920	1,20315
27	0,53319	1,10054	61	0,55238	1,17586	95	0,55934	1,20373
28	0,53426	1,10470	62	0,55268	1,17702	96	0,55948	1,20430
29	0,53527	1,10864	63	0,55296	1,17816	97	0,55962	1,20486
30	0,53622	1,11237	64	0,55324	1,17926	98	0,55976	1,20541
31	0,53713	1,11592	65	0,55351	1,18034	99	0,55989	1,20596
32	0,53799	1,11929	66	0,55378	1,18139	100	0,56002	1,20649
33	0,53881	1,12249	67	0,55403	1,18242	101	0,56015	1,20701
34	0,53959	1,12555	68	0,55429	1,18342			

Año	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
2008	5,17	4,06	4,26	3,39
2009	4,9	4,02	5,53	3,5
Desvest	0,6718353778358	0,5132068563057	0,9432410447534	0,457652272456
Sn	1,11592	1,11592	1,11592	1,11592
α	0,6020461841672	0,4598957419041	0,8452586607942	0,410112080127
Media	4,5680645193548	3,4870967580645	4,5164516483871	3,424516148387
Yn	0,53713	0,53713	0,53713	0,53713
μ	4,2446874524531	3,2400729582155	4,06243786391472	3,204232646788

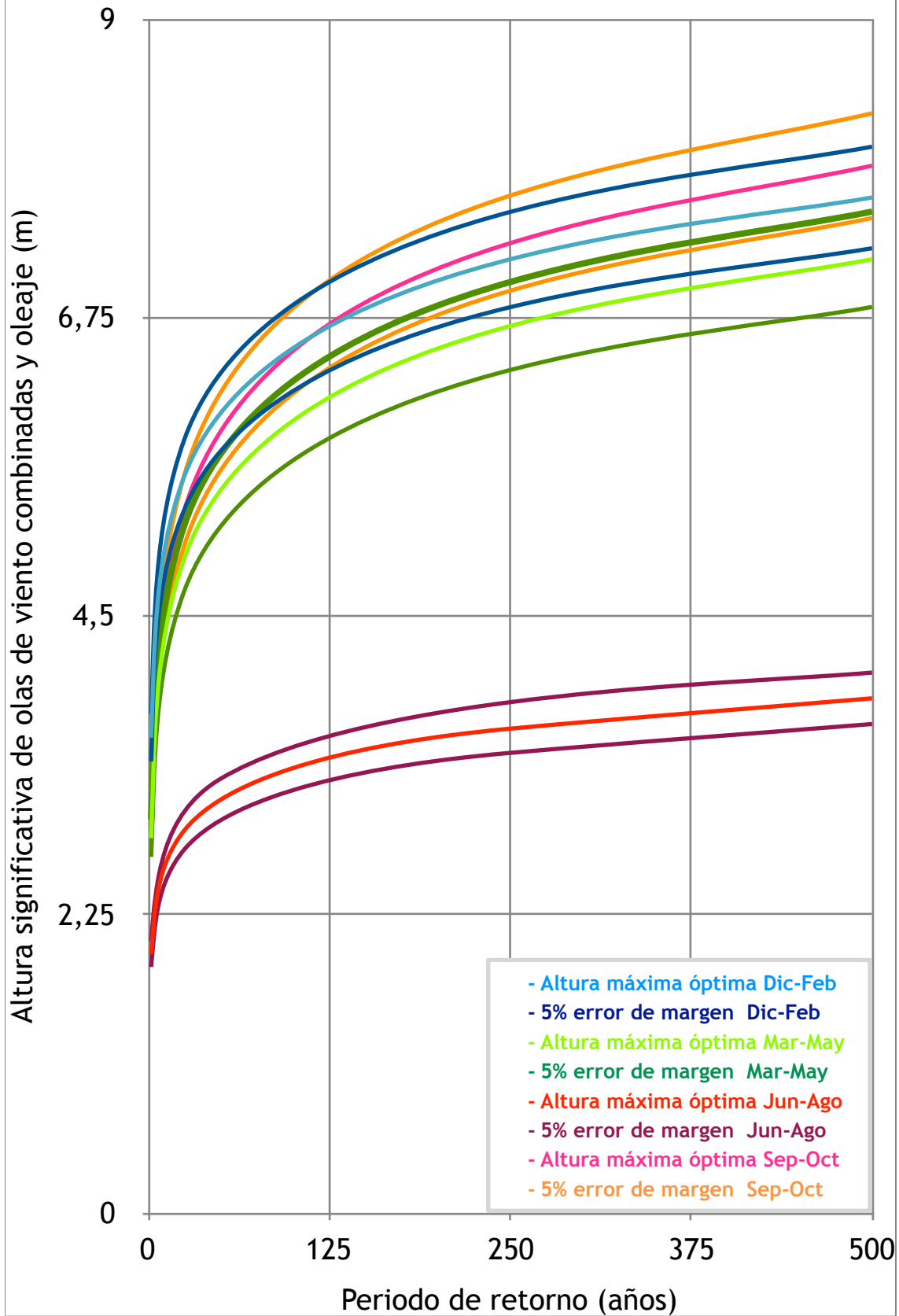
Anexo XXXIV: Peligrosidad y previsión de altura de oleaje:

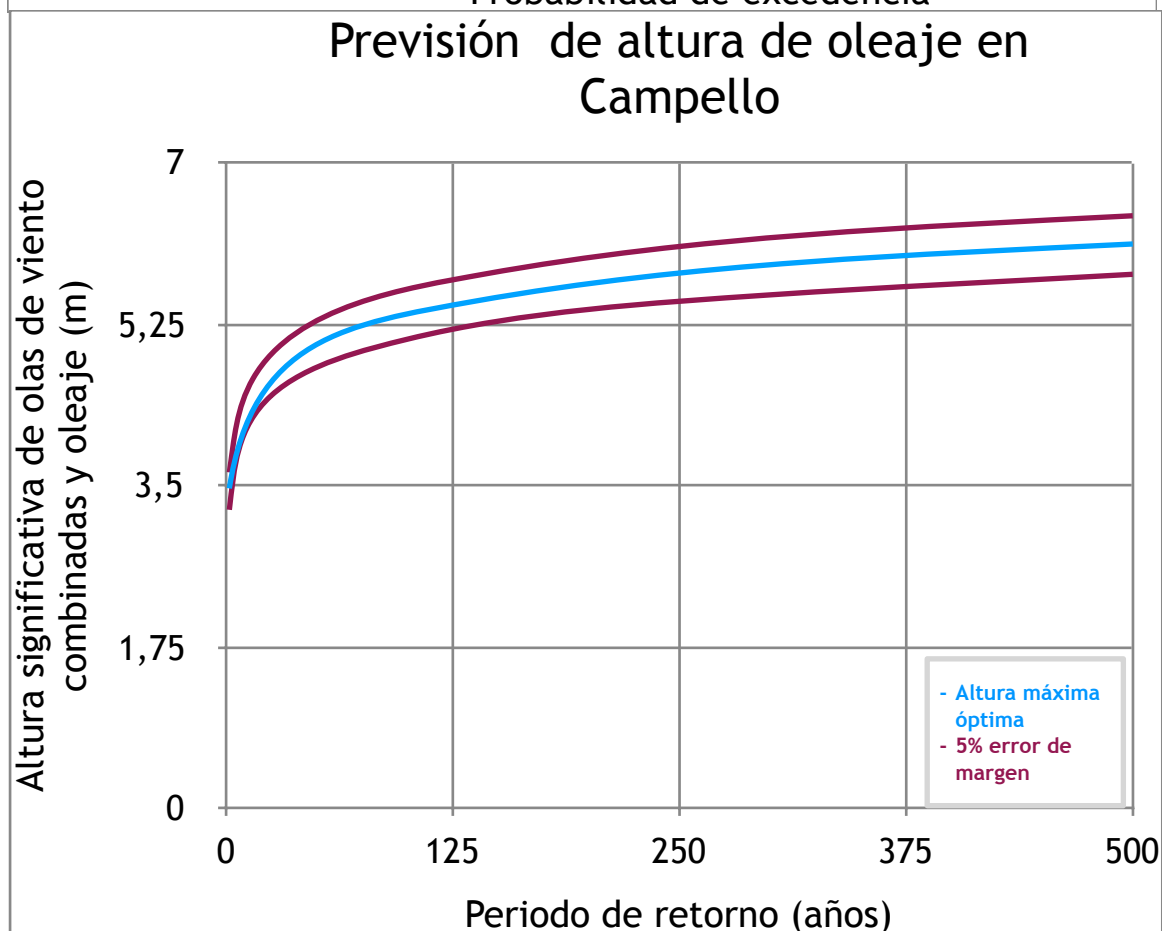
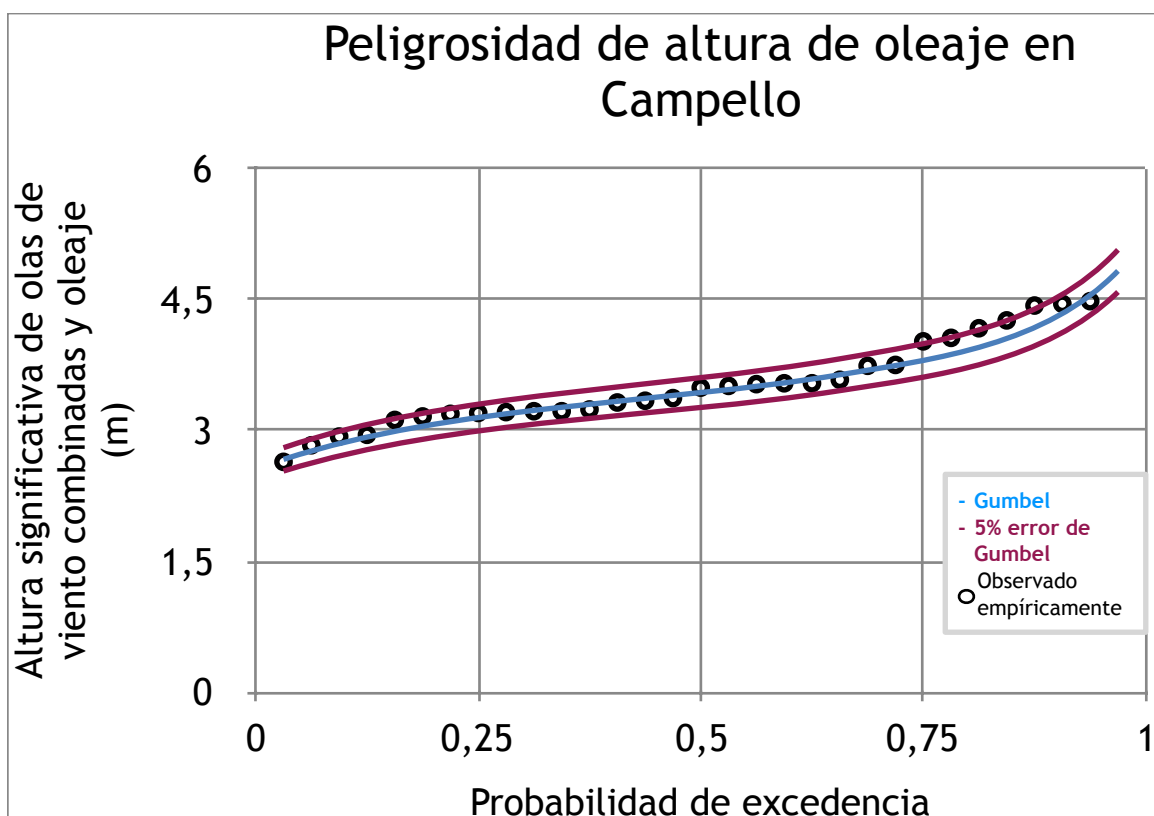


Peligrosidad de altura de oleaje en Cabo de Palos

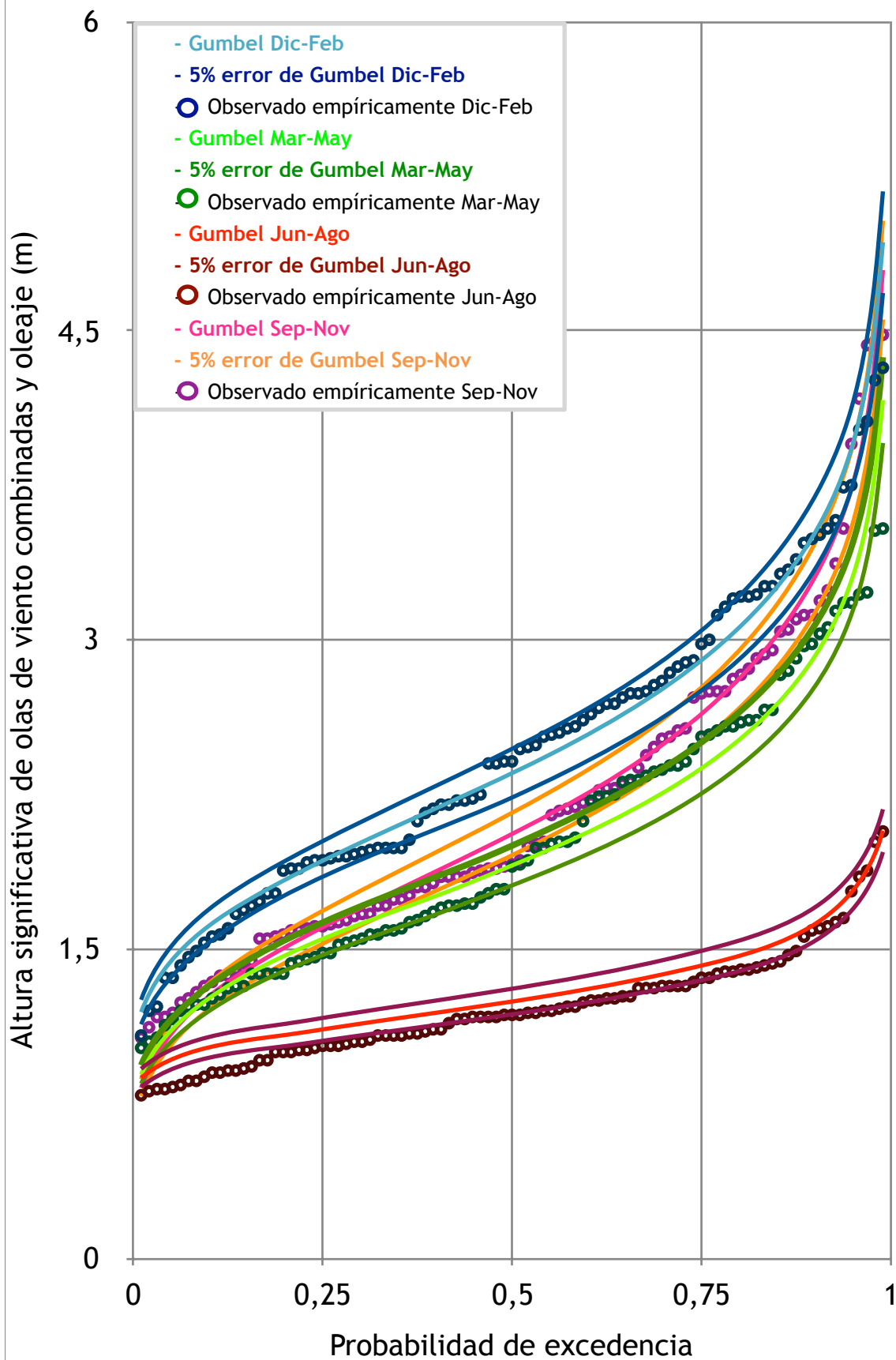


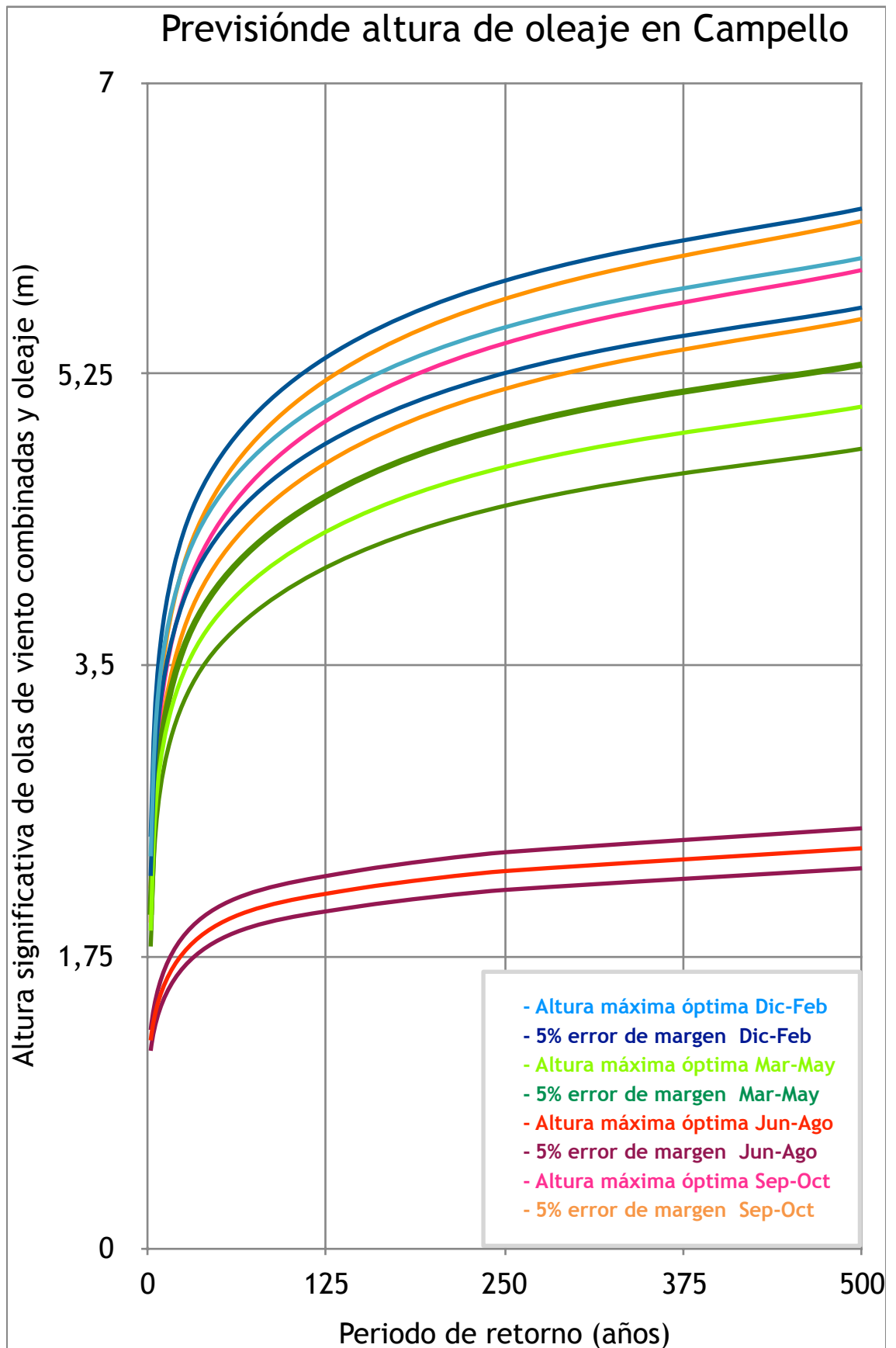
Previsión de altura de oleaje en Cabo de Palos

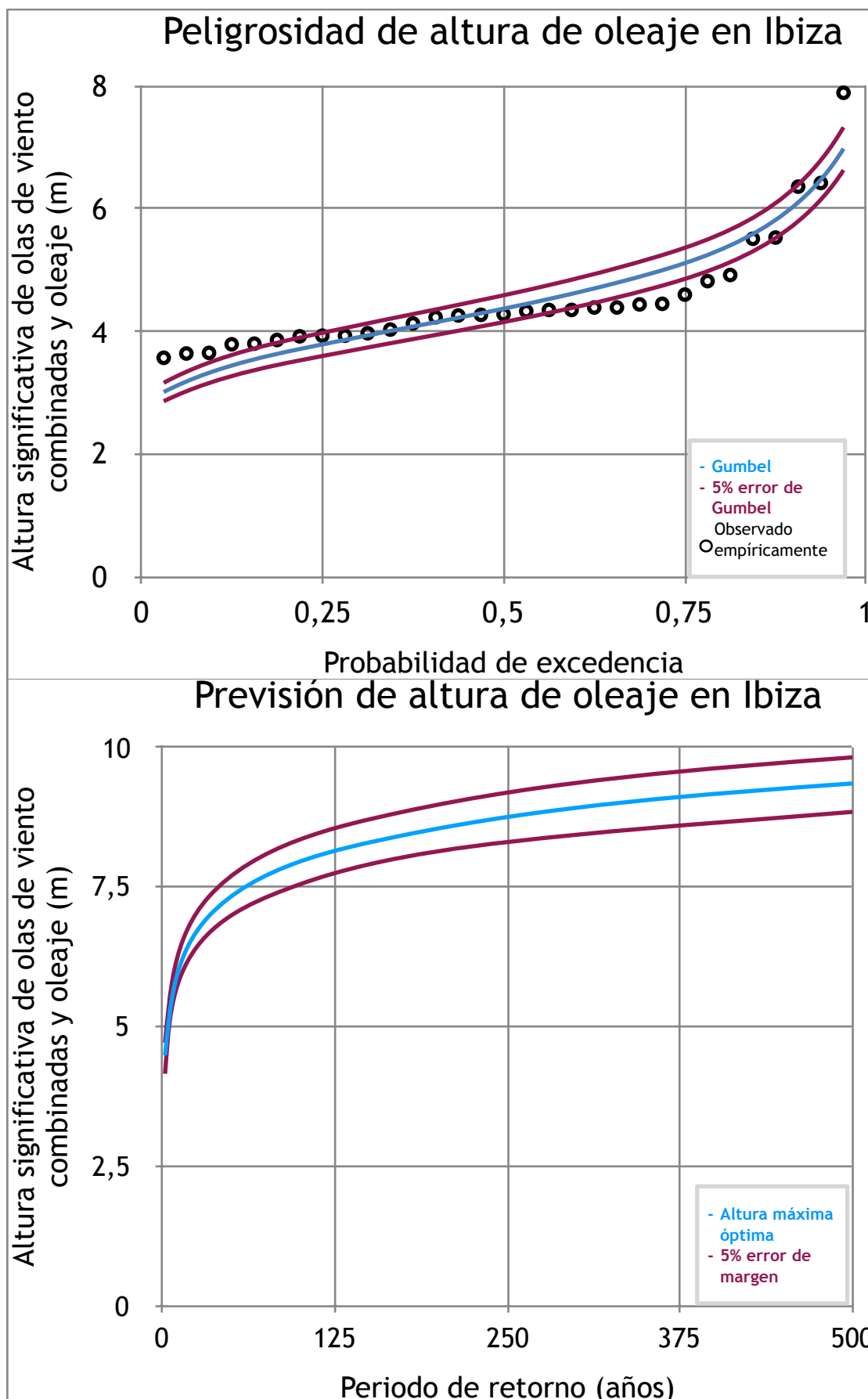


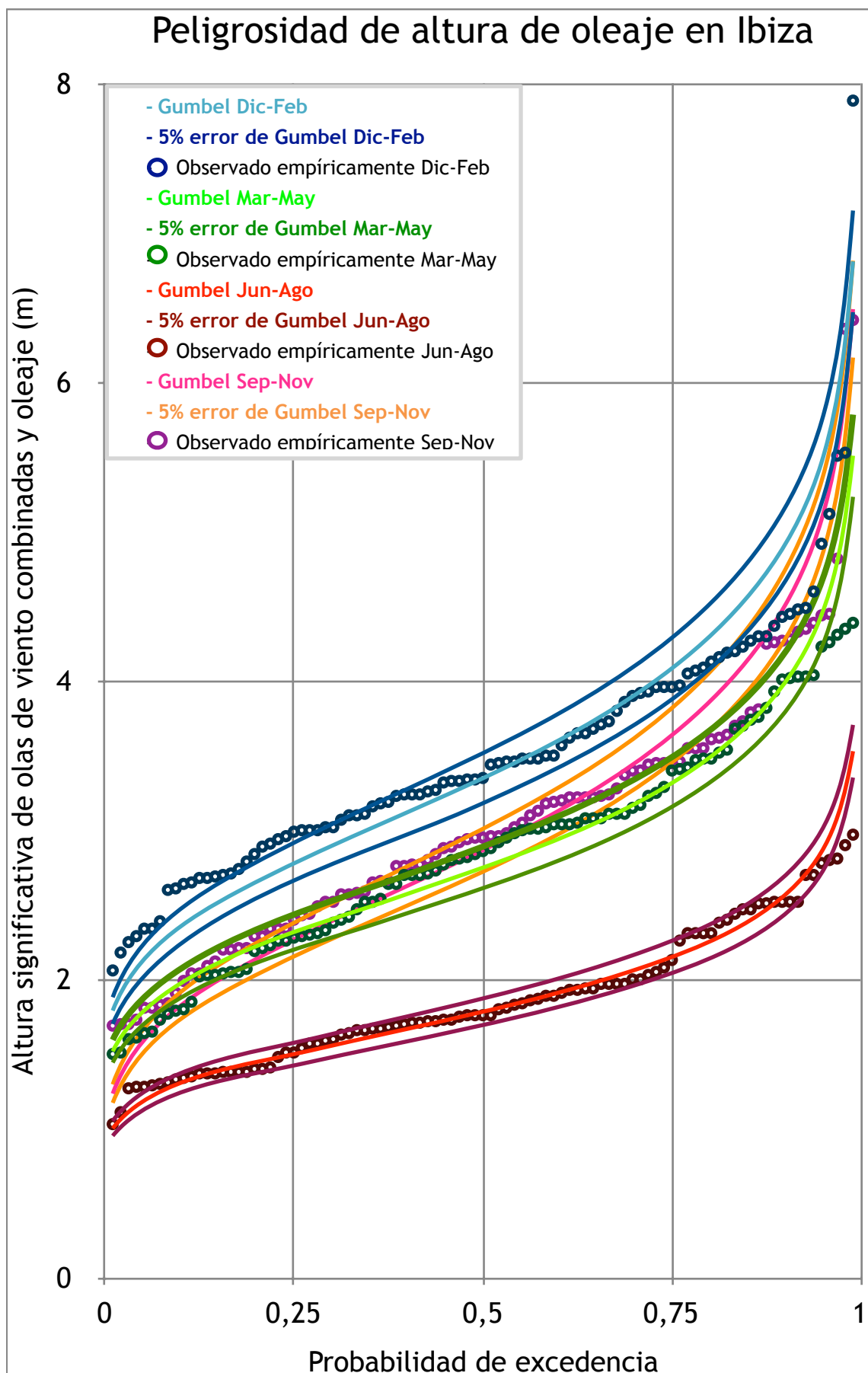


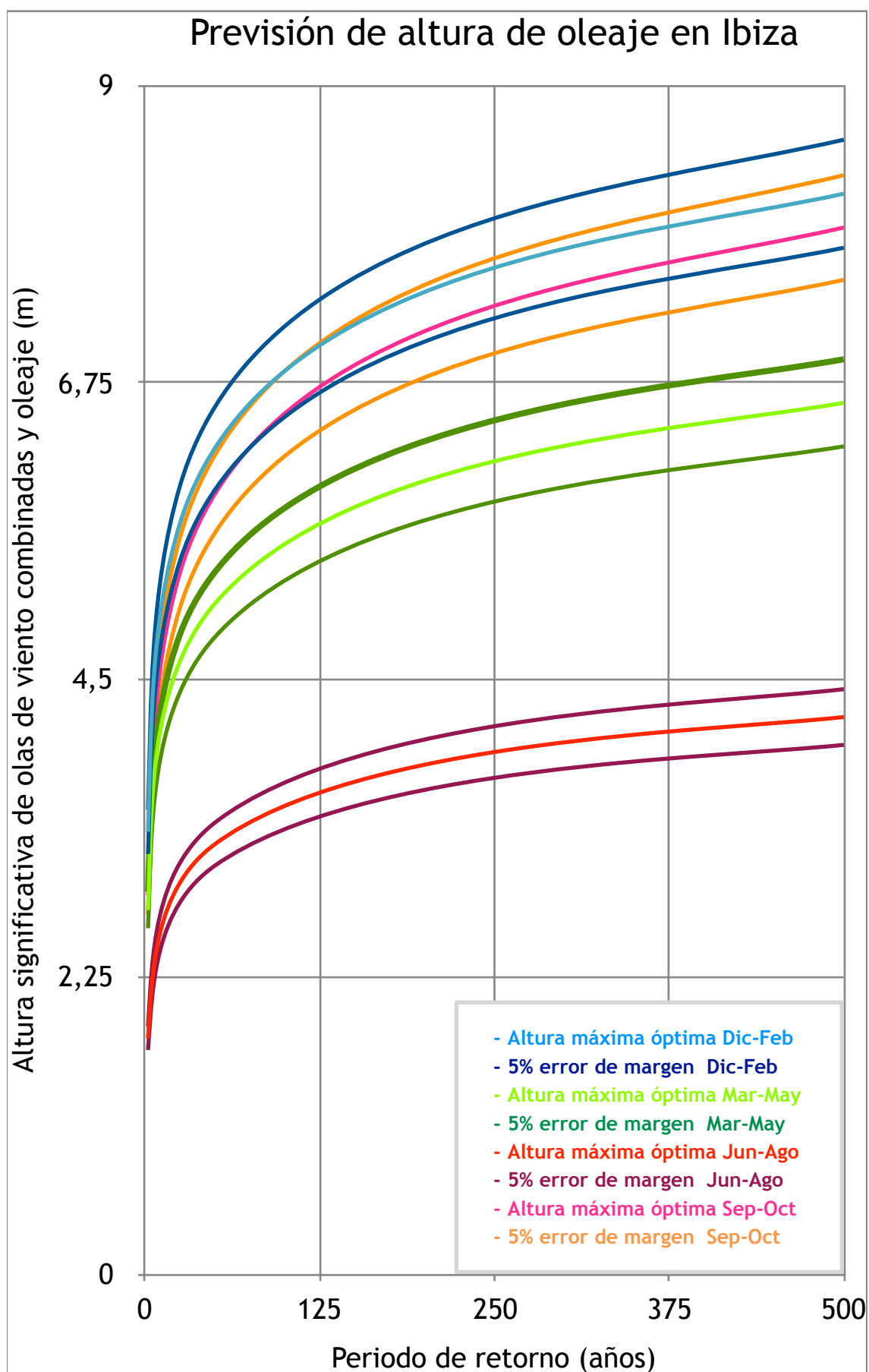
Peligrosidad de altura en Campello

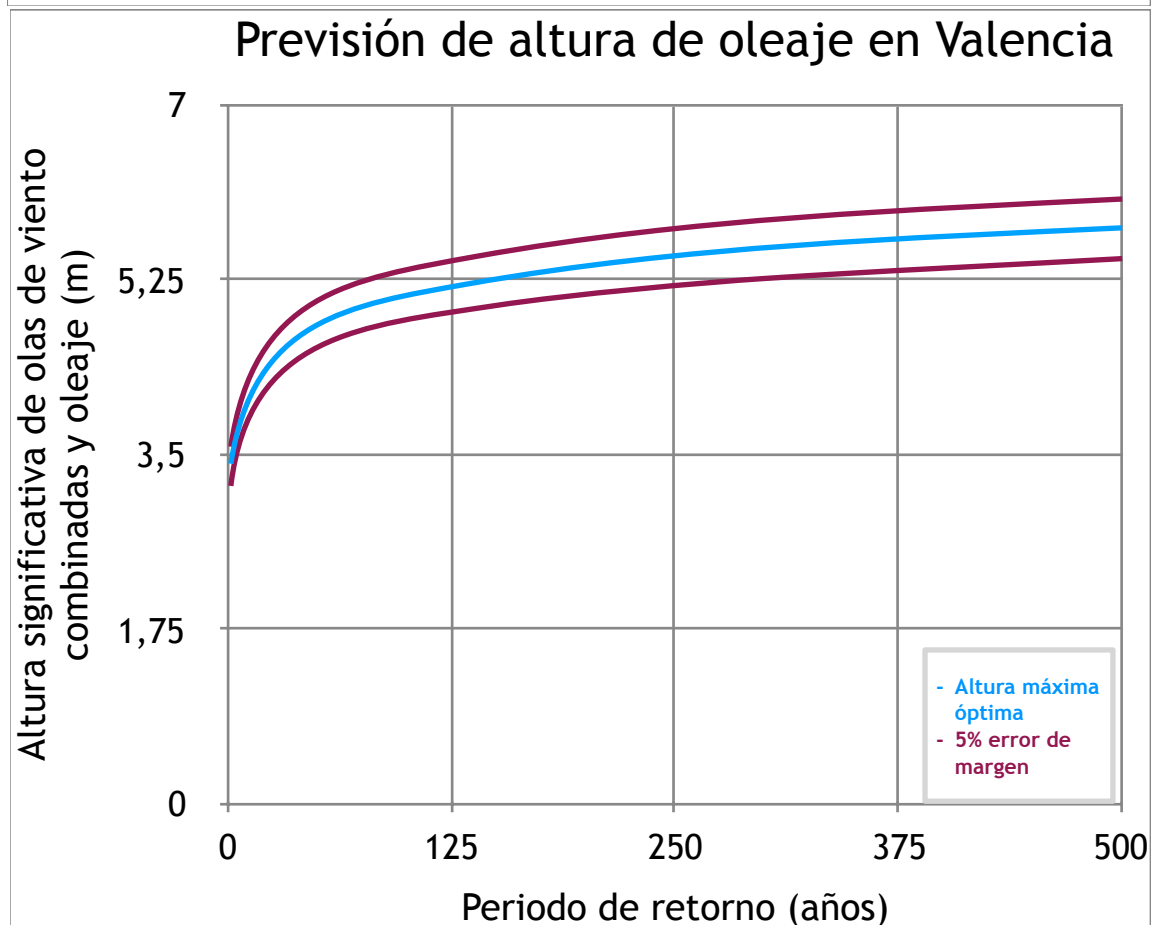
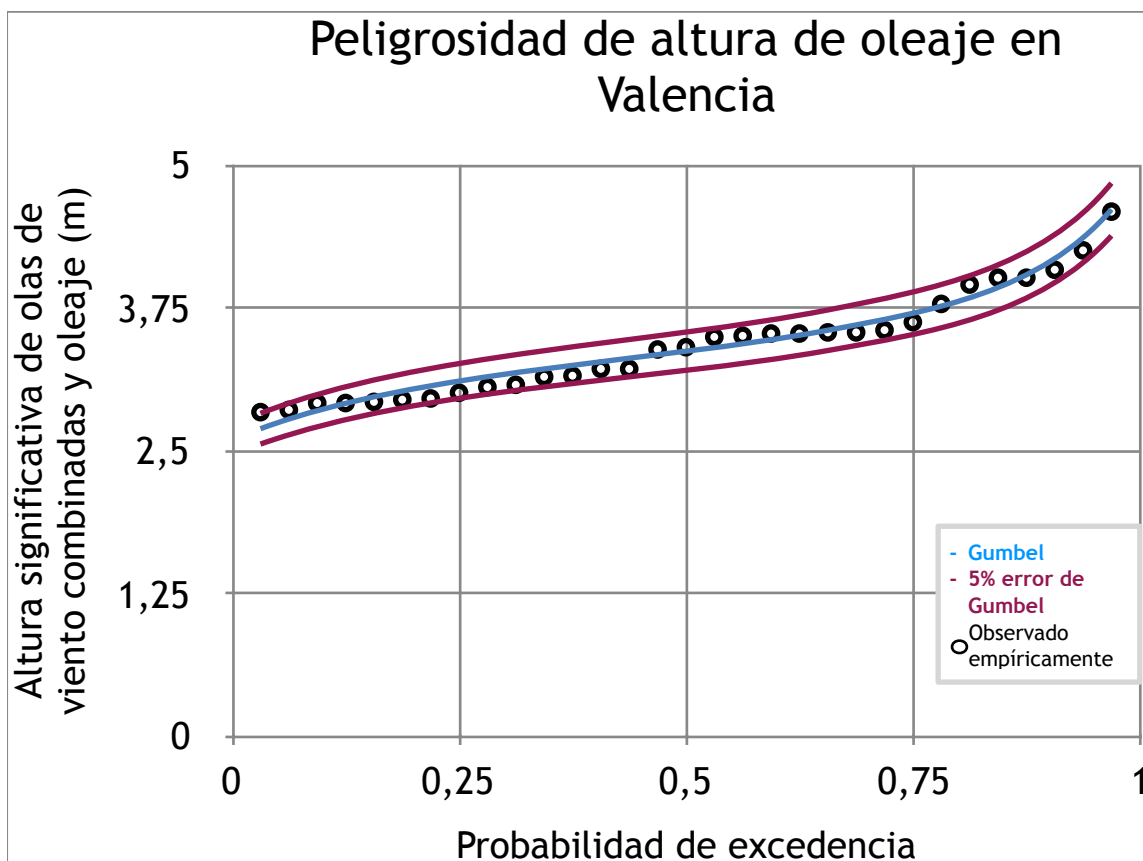




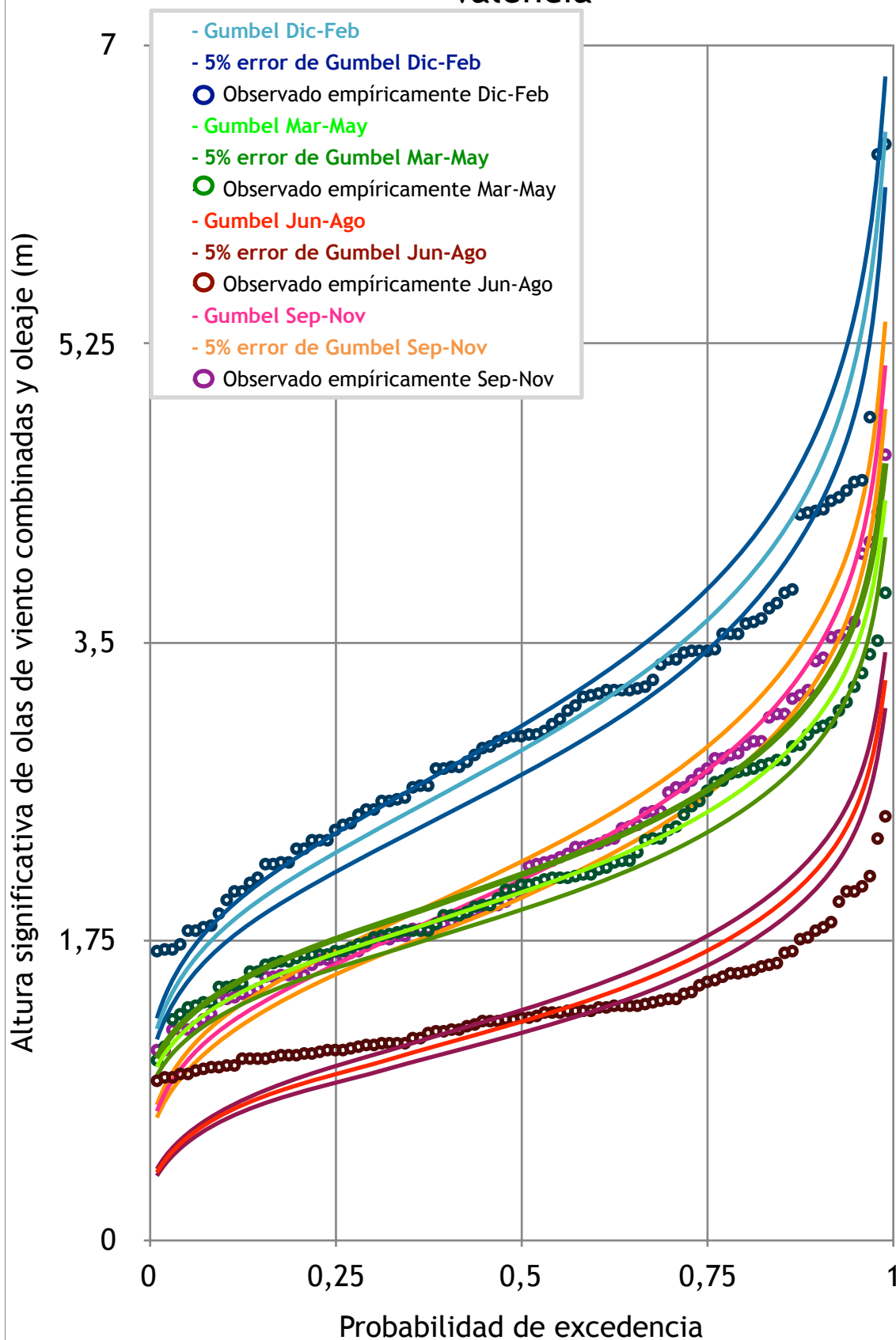


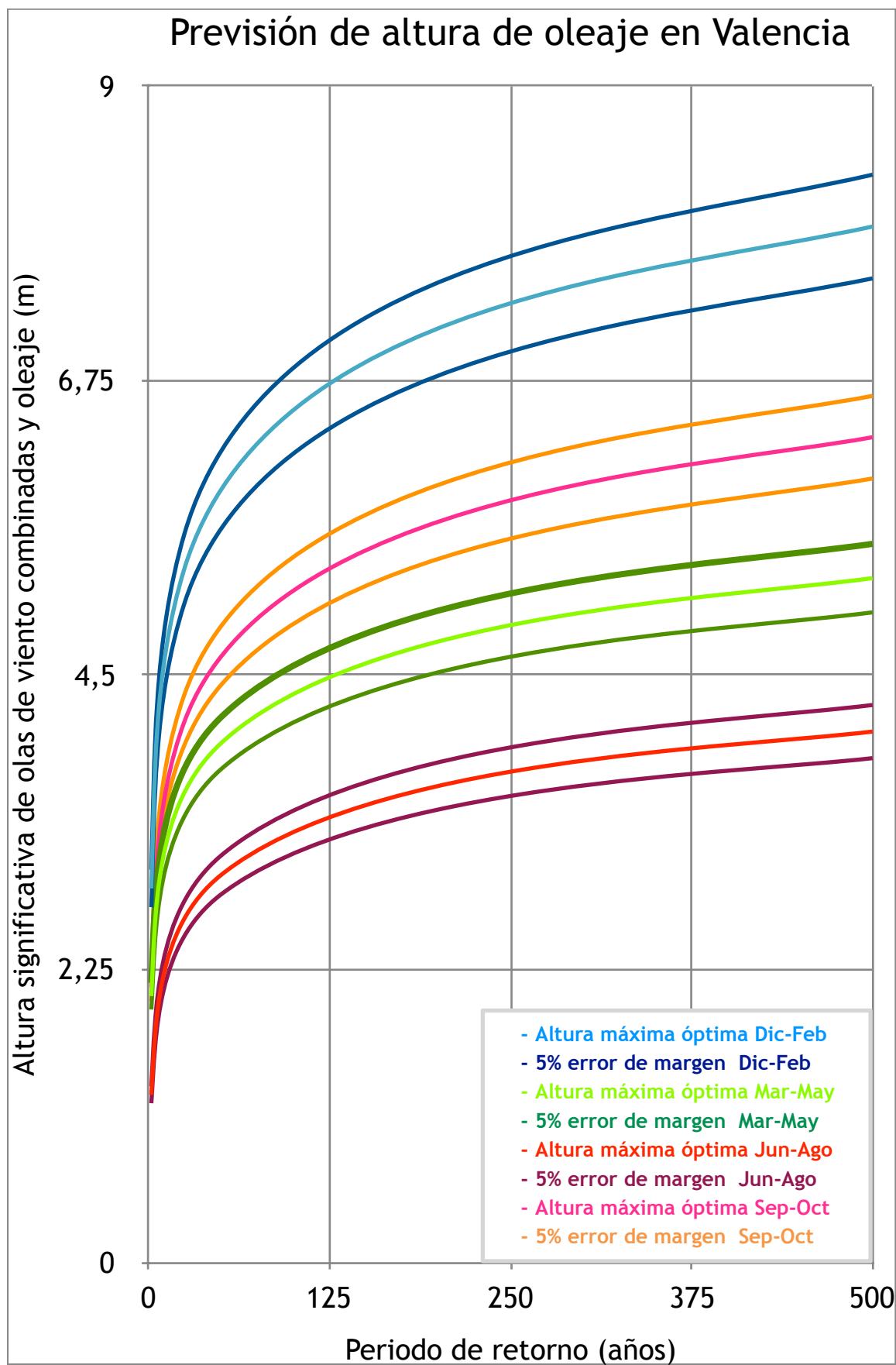






Peligrosidad de altura de oleaje en Valencia





	Previsión de altura máxima anual de oleaje (m)			
Periodo de retorno (años)	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
5	5,15 ± 0,26	3,93 ± 0,20	5,33 ± 0,27	3,82 ± 0,19
10	5,60 ± 0,28	4,27 ± 0,21	5,96 ± 0,30	4,13 ± 0,21
25	6,17 ± 0,31	4,71 ± 0,24	6,77 ± 0,34	4,52 ± 0,23
50	6,59 ± 0,33	5,03 ± 0,25	7,36 ± 0,37	4,80 ± 0,24
100	7,01 ± 0,35	5,36 ± 0,27	7,95 ± 0,40	5,10 ± 0,25
250	7,57 ± 0,38	5,78 ± 0,29	8,73 ± 0,44	5,47 ± 0,27
500	7,99 ± 0,40	6,10 ± 0,30	9,31 ± 0,46	5,75 ± 0,29

	Previsión de altura máxima de oleaje en invierno (m)			
Periodo de retorno (años)	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
5	4,37 ± 0,22	3,05 ± 0,15	4,28 ± 0,21	3,85 ± 0,19
10	4,89 ± 0,24	3,51 ± 0,18	4,90 ± 0,25	4,49 ± 0,22
25	5,56 ± 0,28	4,09 ± 0,20	5,69 ± 0,28	5,32 ± 0,27
50	6,05 ± 0,30	4,53 ± 0,23	6,27 ± 0,31	5,92 ± 0,30
100	6,53 ± 0,33	4,95 ± 0,25	6,85 ± 0,34	6,53 ± 0,33
250	7,17 ± 0,36	5,52 ± 0,28	7,61 ± 0,38	7,32 ± 0,37
500	7,66 ± 0,38	5,95 ± 0,30	8,18 ± 0,41	7,92 ± 0,40

	Previsión de altura de oleaje en primavera(m)			
Periodo de retorno (años)	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
5	3,67 ± 0,18	2,52 ± 0,13	3,50 ± 0,18	2,66 ± 0,13
10	4,23 ± 0,21	2,92 ± 0,15	3,99 ± 0,20	3,07 ± 0,15
25	4,94 ± 0,25	3,43 ± 0,17	4,62 ± 0,23	3,59 ± 0,18
50	5,46 ± 0,27	3,81 ± 0,19	5,08 ± 0,25	3,97 ± 0,20
100	5,99 ± 0,30	4,19 ± 0,21	5,54 ± 0,28	4,36 ± 0,22
250	6,67 ± 0,33	4,68 ± 0,23	6,14 ± 0,31	4,86 ± 0,24
500	7,19 ± 0,36	5,05 ± 0,25	6,60 ± 0,33	5,24 ± 0,26

	Previsión de altura de oleaje en verano (m)			
Periodo de retorno (años)	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
5	2,33 ± 0,12	1,47 ± 0,07	2,26 ± 0,11	1,83 ± 0,09
10	2,57 ± 0,13	1,62 ± 0,08	2,57 ± 0,13	2,18 ± 0,11
25	2,89 ± 0,14	1,81 ± 0,09	2,96 ± 0,15	2,63 ± 0,13
50	3,12 ± 0,16	1,94 ± 0,10	3,26 ± 0,16	2,97 ± 0,15
100	3,35 ± 0,17	2,08 ± 0,10	3,55 ± 0,18	3,30 ± 0,16
250	3,65 ± 0,18	2,26 ± 0,11	3,93 ± 0,20	3,73 ± 0,19
500	3,88 ± 0,19	2,4 ± 0,12	4,22 ± 0,21	4,06 ± 0,20

	Previsión de altura de oleaje en otoño(m)			
Periodo de retorno (años)	Cabo de Palos	Campello	Ibiza	Valencia
5	3,84 ± 0,19	2,80 ± 0,14	3,85 ± 0,19	2,92 ± 0,15
10	4,49 ± 0,22	3,29 ± 0,16	4,49 ± 0,22	3,46 ± 0,17
25	5,30 ± 0,27	3,91 ± 0,20	5,32 ± 0,27	4,14 ± 0,21
50	5,91 ± 0,30	4,36 ± 0,22	5,92 ± 0,30	4,65 ± 0,23
100	6,51 ± 0,33	4,82 ± 0,24	6,53 ± 0,33	5,15 ± 0,26
250	7,30 ± 0,36	5,42 ± 0,27	7,32 ± 0,37	5,81 ± 0,29
500	7,90 ± 0,39	5,87 ± 0,29	7,92 ± 0,40	6,31 ± 0,32

Anexo XXXV: Scripts utilizados para la extracción de datos a partir de Matlab:

%Para poder leer los archivos grb2, se tiene que descargar el programa de Matlab nctoolbox-1.1.0, en este caso sería para periodo de enero de 1979

```
setup_nctoolbox
```

```
clear all;
```

```
close all;
```

%Name of the grb2 files

```
urltp197901='/Volumes/Mpaz/matlab/nctoolbox-1.1.0/multi_reanal.med_10m.tp.197901.grb2';
```

```
nc2 = ncgeodataset(urltp197901);
```

```
nhora=nc2.geovvariable('time');
```

```
nhj=nhora.data(:);
```

```
for i=1:size(nhj,1); %Para cada hora almacenada
```

```
    texto=[' ' num2str(nhj(i)),' horas'];
```

```
    dirvar=nc2.geovvariable('Primary_wave_mean_period_surface');
```

```
    lat2=nc2.geovvariable('lat');
```

```
    lat2=lat2.data(:);
```

```
    lon2=nc2.geovvariable('lon');
```

```
    lon2=lon2.data(:);
```

```
    time2=nc2.geovvariable('time');
```

```
    time2=time2.data(:);
```

```
    tp=dirvar.data(i,:,:);
```

```
    tp = squeeze(tp);
```

```
    [X,Y] = meshgrid(lon2,lat2);
```

%Se pone 41 y 63 porque corresponde con las coordenadas de Cabo de Palos

```
    datosene1979(i,:) = [tp(41,63)];
```

```
end
```

%Para la altura de enero de 1979 sería:

```
urlhs197901='/Volumes/Mpaz/matlab/nctoolbox-1.1.0/multi_reanal.med_10m.hs.197901.grb2';
```

```

nc2 = ncgeodataset(urlhs197901);
nhora=nc2.geovvariable('time');
nhj=nhora.data(:);
for i=1:size(nhj,1); %Para cada hora almacenada
    texto=[' ' num2str(nhj(i)),' horas'];
    dirvar=nc2.geovvariable('Significant_height_of_combined_wind_waves_and_swell_surf
ace');
    lat2=nc2.geovvariable('lat');
    lat2=lat2.data(:);
    lon2=nc2.geovvariable('lon');
    lon2=lon2.data(:);
    time2=nc2.geovvariable('time');
    time2=time2.data(:);
    hs=dirvar.data(i,:,:);
    hs = squeeze(hs);
    [X,Y] = meshgrid(lon2,lat2);
    %Se pone 41 y 63 porque corresponde con las coordenadas de Cabo de Palos
    datosene1979(i,:) = [hs(41,63)];
end

```

%Para dirección de onda primaria de enero de 1979

```

urldp197901='/Volumes/Mpaz/matlab/nctoolbox-1.1.0/multi_reanal.med_10m.dp.
197901.grb2';
nc2 = ncgeodataset(urldp197901);
nhora=nc2.geovvariable('time');
nhj=nhora.data(:);
for i=1:size(nhj,1); %Para cada hora almacenada
    texto=[' ' num2str(nhj(i)),' horas'];
    dirvar=nc2.geovvariable('Primary_wave_direction_surface');
    lat2=nc2.geovvariable('lat');
    lat2=lat2.data(:);

```

```
lon2=nc2.geovvariable('lon');
```

```
lon2=lon2.data(:);
```

```
time2=nc2.geovvariable('time');
```

```
time2=time2.data(:);
```

```
dp=dirvar.data(i,:,:);
```

```
dp = squeeze(dp);
```

```
[X,Y] = meshgrid(lon2,lat2);
```

```
%Se pone 41 y 63 porque corresponde con las coordenadas de Cabo de Palos
```

```
datosene1979(i,:) = [dp(41,63)];
```

```
end
```

```
%Cuando ya se tiene todo puesto en tablas, para calcular en 1979 el valor máximo de altura, sería tal que así, para ello la matriz que se ha realizado sería CampelloHs:
```

```
[lon, lat, Hs, año, mes, hora, fechajuliana]
```

```
k1979=find(CampelloHs(:,4)==1979)
```

```
tmp1979=CampelloHs(k1979,:)
```

```
maximo1979=max(tmp1979(:,3))
```

```
t1979=find(tmp1979(:,3)==maximo1979)
```

```
z1979=tmp1979(t1979,:)
```

```
tiempof1979=z1979(7)
```

```
mprue1979=[maximo1979,tiempof1979]
```

```
%Para calcular la altura máxima mensual de enero de 1979 en CampelloHs sería tal que así, teniendo una estructura matricial como la siguiente: [lon, lat, Hs, año, mes, hora, fechajuliana]
```

```
k197901=find(k1979(:,5)==1979)
```

```
tmp197901=k1979(k197901,:)
```

```
maximo197901=max(tmp197901(:,3))
```

```
t197901=find(tmp197901(:,3)==maximo1979)
```

```
z197901=tmp197901(t197901,:)
```

```
tiempof197901=z197901(7)
```

```
mprue197901=[maximo197901,tiempof197901]
```

%Para tener la dirección en grados y representarla en función de la altura del oleaje y del periodo se tiene que hacer siguiendo estos comandos. Este ejemplo sería para 1979 en Campello, teniendo una estructura matricial: [lon, lat, Dp, año, mes, fechajuliana, Hs, Tp]; además, se hace uso del paquete `multiple_boxplot`

```
%CampelloParte1
```

```
anoCampello1979=find(Campello(:,4)==1979)
```

```
    tiempoCampello1979=Campello(anoCampello1979,:)
```

```
busqCampelloNorte19791=find(337.5<tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloNorte19791=tiempoCampello1979(busqCampelloNorte19791,:)
```

```
busqCampelloNorte19792=find(22.49>tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloNorte19792=tiempoCampello1979(busqCampelloNorte19792,:)
```

```
CampelloNorte1979=[CampelloNorte19791;CampelloNorte19792]
```

```
busqCampelloNoreste1979=find(22.5<tiempoCampello1979(:,3) &  
67.49>tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloNoreste1979=tiempoCampello1979(busqCampelloNoreste1979,:)
```

```
busqCampelloEste1979=find(67.5<tiempoCampello1979(:,3) &  
112.49>tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloEste1979=tiempoCampello1979(busqCampelloEste1979,:)
```

```
busqCampelloSureste1979=find(112.5<tiempoCampello1979(:,3) &  
157.49>tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloSureste1979=tiempoCampello1979(busqCampelloSureste1979,:)
```

```
busqCampelloSur1979=find(157.5<tiempoCampello1979(:,3) &  
202.49>tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloSur1979=tiempoCampello1979(busqCampelloSur1979,:)
```

```
busqCampelloSuroeste1979=find(202.5<tiempoCampello1979(:,3) &  
247.49>tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloSuroeste1979=tiempoCampello1979(busqCampelloSuroeste1979,:)
```

```
busqCampelloOeste1979=find(248.5<tiempoCampello1979(:,3) &  
292.49>tiempoCampello1979(:,3))
```

```
CampelloOeste1979=tiempoCampello1979(busqCampelloOeste1979,:)
```

```

busqCampelloNoroeste1979=find(292.5<tiempoCampello1979(:,3) &
337.49>tiempoCampello1979(:,3))
CampelloNoroeste1979=tiempoCampello1979(busqCampelloNoroeste1979,:)
HsTpCampelloNorte1979=[CampelloNorte1979(:,7),CampelloNorte1979(:,8)]
HsTpCampelloNoreste1979=[CampelloNoreste1979(:,7),CampelloNoreste1979(:,8)]
HsTpCampelloEste1979=[CampelloEste1979(:,7),CampelloEste1979(:,8)]
HsTpCampelloSureste1979=[CampelloSureste1979(:,7),CampelloSureste1979(:,8)]
HsTpCampelloSur1979=[CampelloSur1979(:,7),CampelloSur1979(:,8)]
HsTpCampelloSuroeste1979=[CampelloSuroeste1979(:,7),CampelloSuroeste1979(:,8)]
HsTpCampelloOeste1979=[CampelloOeste1979(:,7),CampelloOeste1979(:,8)]
HsTpCampelloNoroeste1979=[CampelloNoroeste1979(:,7),CampelloNoroeste1979(:,8)]
dataHsTPCampello1979=cell(8,2)
for ii=1:size(dataHsTPCampelloTot,1)
HsTpCampelloNorteTotc{ii}=HsTpCampelloNorteTot(:,ii);
HsTpCampelloNoresteTotc{ii}=HsTpCampelloNoresteTot(:,ii);
HsTpCampelloEsteTotc{ii}=HsTpCampelloEsteTot(:,ii);
HsTpCampelloSuresteTotc{ii}=HsTpCampelloSuresteTot(:,ii);
HsTpCampelloSurTotc{ii}=HsTpCampelloSurTot(:,ii);
HsTpCampelloSuroesteTotc{ii}=HsTpCampelloSuroesteTot(:,ii);
HsTpCampelloOesteTotc{ii}=HsTpCampelloOesteTot(:,ii);
HsTpCampelloNoroesteTotc{ii}=HsTpCampelloNoroesteTot(:,ii);
end
dataHsTPCampelloTot=[HsTpCampelloNoroesteTotc;HsTpCampelloOesteTotc;HsTpCa
mpelloSuroesteTotc;HsTpCampelloSurTotc;HsTpCampelloSuresteTotc;HsTpCampelloEs
teTotc;HsTpCampelloNoresteTotc;HsTpCampelloNorteTotc];
figure1 = figure;
% Create axes
axes1 = axes('Parent',figure1);
xlab={'Altura significativa de olas de viento combinadas y oleaje (m)','Periodo medio
de onda primaria (s)'};

```

```

col=[0.4,1,1, 0.784313725;
0.2,0.6,1, 0.784313725;
0, 0, 1, 0.784313725;
0.929411768913269, 0.694117665290833, 0.125490203499794, 0.784313725;
0.466666668653488, 0.674509823322296, 0.18823529779911, 0.784313725;
0.513725519180298, 0.380392163991928, 0.482352942228317, 0.784313725;
0.854901969432831, 0.701960802078247, 1, 0.784313725;
0.749019622802734, 0, 0.749019622802734, 0.784313725;];
multiple_boxplot(dataHsTPCampelloTot,xlab,{'Noroeste', 'Oeste', 'Suroeste', 'Sur',
'Sureste', 'Este', 'Noreste', 'Norte'},col')
title('Altura y periodo en Campello en 1979-2009')
set(axes1,'YColor',[0 0 0],'YGrid','on','ZColor',[0 0 0]);
legend1 = legend(axes1,'show');
set(legend1,...
    'Position',[0.162880127298444 0.706822357132344 0.111739745403112
0.192307692307692]);
saveas(figure1,'HsTpCampelloTot.png')

```